

UTILISATION DE MATIÈRES RÉSIDUELLES POUR LA RESTAURATION DES CARRIÈRES ET  
SABLIÈRES EN FIN DE VIE :  
MODÈLES ET APPLICABILITÉ AU QUÉBEC SELON UNE APPROCHE DE DÉVELOPPEMENT  
DURABLE

Par  
Audrey Leclerc

Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement  
en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M. Env.)

Sous la direction de Monsieur Marc-J. Olivier

MAÎTRISE EN ENVIRONNEMENT  
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Septembre 2012

## SOMMAIRE

Mots-clés : carrières, sablières, restauration, aménagements, matières résiduelles, matières résiduelles fertilisantes, réhabilitation de sites dégradés, développement durable, écologie industrielle, matières dangereuses.

La restauration des carrières et sablières en fin de vie est devenue obligatoire au Québec avec l'entrée en vigueur du *Règlement sur les carrières et sablières*. En parallèle, le gouvernement québécois veut améliorer la gestion des matières résiduelles du territoire. Cet essai explore donc la restauration des carrières et sablières à l'aide de matières résiduelles, tant dans le nivellement du terrain que dans l'aménagement proposé.

L'objectif principal de cet essai est d'analyser les modèles d'utilisation potentielle des matières résiduelles dans la restauration et l'aménagement des carrières et sablières en fin de vie au Québec. Cette analyse est basée sur une approche de développement durable qui comprend les trois dimensions suivantes: l'environnement, l'économie et le social. Une grille d'évaluation, basée sur des critères issus des trois dimensions, a été créée à titre d'outil d'analyse. Afin de préparer cette analyse, une revue littéraire des projets similaires, une étude de la réglementation en vigueur, une différenciation entre les matières résiduelles non dangereuses et dangereuses et une recherche sur les aménagements possibles ont été exécutées. Tous ces éléments ont permis de catégoriser les matières résiduelles pouvant servir à la restauration des sites, les aménagements possibles et les critères d'évaluation.

L'analyse comparative démontre que la catégorie des matières résiduelles provenant des activités de construction, de rénovation et de démolition devrait être davantage utilisée au Québec; ces matières n'étant utilisées qu'en très faible proportion dans la restauration. De plus, un aménagement récréatif simple accompagnant la revégétalisation du site serait un modèle durable. La découverte du milieu, favorisée par des sentiers et des panneaux d'interprétation, est l'aménagement favori selon l'analyse. Il faut toutefois être conscient que l'utilisation des autres catégories de matières résiduelles évaluées dans cet essai est envisageable, mais des études doivent être conduites pour constater leurs impacts sur l'environnement. Enfin, une région d'accueil d'un tel projet pourra tenir compte de ses propres besoins et particularités afin de modifier l'outil d'analyse proposé.

## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier en premier lieu mon directeur d'essai, monsieur Marc-J Olivier, qui a su me guider et me conseiller durant la rédaction de cet essai. Ces connaissances de la gestion des matières résiduelles, sa compréhension et son soutien ont été des éléments importants dans la réussite de cette dernière étape importante de la maîtrise en environnement.

J'aimerais aussi remercier les membres du Centre universitaire de formation en environnement de l'Université de Sherbrooke au campus de Longueuil. Ils ont toujours été présents pour répondre à mes questions et pour me soutenir dans mes démarches.

Je remercie également mon conjoint Dominique, les membres de ma famille et mes amis pour leurs encouragements constants, leur appui et leur patience puisque je n'étais pas toujours aussi présente que ce dont j'aurais souhaité.

Je désire aussi remercier mes collègues et amis de la première cohorte de la maîtrise en environnement du campus de Longueuil pour ces deux belles années. Plus particulièrement Mélissa Galipeau-Deland et Julie Simard qui ont su me conseiller et me motiver dans les moments plus difficiles de la rédaction.

Finalement, merci à tous ceux qui ont collaboré à cet essai par l'apport d'information, les réponses données à mes questions et les éléments nouveaux qu'ils m'ont apportés. Ces discussions ont aidé à bien orienter mon travail.

## TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION .....	1
<b>1 MISE EN CONTEXTE .....</b>	<b>4</b>
1.1 Historique au Québec.....	4
1.2 Lien avec les principes d'écologie industrielle.....	6
1.3 Lien avec le développement durable .....	7
<b>2 PROJETS SIMILAIRES .....</b>	<b>10</b>
2.1 Projets à l'international .....	10
2.1.1 Société Aliapur en France.....	10
2.1.2 Golder Associates en Australie.....	12
2.1.3 Groupe Titan en Grèce .....	14
2.2 Projets au national.....	14
2.2.1 Projets dans la péninsule de Niagara, en Ontario .....	14
2.2.2 Projet de vignoble en Ontario.....	16
2.2.3 Projet de réhabilitation d'une carrière à Halifax.....	17
2.3 Projets au provincial .....	18
2.3.1 Projet pilote à Baie-Comeau .....	18
2.3.2 Carrière Miron de Montréal .....	20
2.3.3 Projet de l'ancienne cimenterie de Saint-Constant .....	22
<b>3 EXIGENCES LÉGALES ET AUTRES EXIGENCES.....</b>	<b>24</b>
3.1 Loi sur la qualité de l'environnement .....	24
3.1.1 Section IV – La protection de l'environnement.....	24
3.1.2 Section IV.1 – Évaluation et examen des impacts sur l'environnement .....	25
3.1.3 Section VII – La gestion des matières résiduelles .....	26
3.1.4 Section VII.1 – Les matières dangereuses .....	27
3.2 Réglementation sur les carrières et sablières .....	27
3.3 Réglementation sur les matières résiduelles .....	29
3.4 Réglementation sur les études d'impacts .....	32
3.5 Programmes et guides gouvernementaux .....	32
3.5.1 Réhabilitation des carrières et sablières .....	32
3.5.2 Valorisation des matières résiduelles fertilisantes.....	33
3.5.3 Gestion de béton, brique et asphalte.....	34
3.5.4 Réalisation d'une étude d'impact.....	34

3.5.5	Politique québécoise de gestion des matières résiduelles .....	35
3.5.6	Construction sur un lieu désaffecté.....	36
4	CATÉGORIES DE MATIÈRES RÉSIDUELLES .....	37
4.1	Matières résiduelles non dangereuses.....	37
4.1.1	Liste potentielle de matières non dangereuses et leur gestion.....	38
4.1.2	Utilisations possibles dans les carrières et sablières.....	41
4.2	Lien avec les matières dangereuses.....	42
4.2.1	Le règlement en bref .....	42
4.2.2	Liens avec le SIMDUT et le RTMD .....	45
5	AMÉNAGEMENTS POSSIBLES .....	47
5.1	Considérations préliminaires à l'aménagement .....	47
5.2	Reconstitution du couvert végétal .....	49
5.3	Aménagements récréatifs.....	51
5.4	Aménagements de constructions diverses.....	53
5.5	Aménagements avec plan d'eau .....	55
5.6	Aménagements agricoles et forestiers.....	56
5.7	Aménagement d'un lieu d'enfouissement.....	58
5.8	Aménagements à vocation mixte.....	59
6	ANALYSE DES MODÈLES APPLICABLES AU QUÉBEC.....	61
6.1	Processus d'analyse .....	61
6.1.1	Bases de l'outil d'analyse .....	62
6.1.2	Limites de l'analyse.....	63
6.1.3	Présentation du processus.....	64
6.2	Critères selon une approche de développement durable .....	64
6.2.1	Dimension environnementale.....	65
6.2.2	Dimension sociale .....	66
6.2.3	Dimension économique .....	67
6.3	Analyse et discussion des résultats .....	68
6.3.1	Les analyses .....	69
6.3.2	Les discussions.....	73
7	RECOMMANDATIONS.....	75
7.1	Concernant la réglementation favorisant la restauration .....	75
7.2	Concernant les projets pilotes .....	75

7.3	Concernant les MRF .....	80
7.4	Concernant l'utilisation de critères régionaux.....	80
CONCLUSION .....		82
RÉFÉRENCES.....		84

## LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 – Écosystème industriel de type 1, 2 et 3 (tiré d'Orée 2009, p.26).....	6
Figure 1.2 - Schématisation des types de synergies .....	7
Figure 2.1 – Exemple de la technique du Pneusol .....	11
Figure 2.2 – Carrière d'Austral Bricks avant la restauration .....	13
Figure 2.3 – L'ancienne carrière après la remise en état .....	13
Figure 2.4 – Ancienne carrière aménagée en terrain de golf avec des biosolides de pâtes et papiers et des cendres de bois.....	15
Figure 2.5 – Ancienne carrière aménagée en verger avec des biosolides de pâtes et papiers et des cendres de bois.....	16
Figure 2.6 – Vineland Quarry à Lincoln, en Ontario .....	16
Figure 2.7 – Carrière restaurée près de l'aéroport d'Halifax.....	18
Figure 2.8 – Projet de réaménagement à Baie-Comeau, parcelle témoin.....	19
Figure 2.9 – Projet de réaménagement à Baie-Comeau, parcelle avec biosolides.....	19
Figure 2.10 – Vue aérienne de l'ancienne carrière Miron enclavée dans le tissu urbain .....	21
Figure 2.11 – Processus d'épandage du compost par Biogénie.....	23
Figure 5.1 – Exemples de formes artificielles et naturelles à la surface du sol.....	48
Figure 5.2 – Strates de végétation existantes.....	50
Figure 5.3 – Exemple d'aménagement récréatif avec travaux mineurs .....	52
Figure 5.4 – Exemple d'aménagement de terrains sportifs .....	53
Figure 5.5 – Jardins communautaires en parcelles individuelles .....	57
Figure 5.6 – Jardins communautaires avec des bacs de bois .....	57
Figure 5.7 – Schéma d'une coupe transversale d'un LET .....	59

## **LISTE DES TABLEAUX**

<b>Tableau 3.1 – Cadre législatif des matières résiduelles dangereuses et non dangereuses .....</b>	<b>31</b>
<b>Tableau 4.1 – Principales catégories des plastiques .....</b>	<b>40</b>
<b>Tableau 4.2 – Classification des matières dangereuses selon le SIMDUT .....</b>	<b>46</b>
<b>Tableau 6.1 – Grille d’analyse vierge selon l’approche du développement durable .....</b>	<b>64</b>
<b>Tableau 6.2 – Grille d’analyse pour les CRD.....</b>	<b>69</b>
<b>Tableau 6.3 – Grille d’analyse pour le plastique numéro 6.....</b>	<b>70</b>
<b>Tableau 6.4 – Grille d’analyse pour les PHU .....</b>	<b>71</b>
<b>Tableau 6.5 – Grille d’analyse pour le verre.....</b>	<b>72</b>



## LISTE DES ACRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGLES

ACM	Amendements calciques ou magnésiens
ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (France)
BNQ	Bureau de normalisation du Québec
BPC	Biphényles polychlorés
CA	Certificat d'autorisation
Ca	Calcium
CEDFOB	Centre d'expérimentation et de développement en forêt boréale
CRD	Construction, rénovation et démolition
DD	Développement durable
EEDEMS	Évaluations environnementale des déchets, matériaux et sols pollués (Fr)
ÉI	Écologie industrielle
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i> (États-Unis d'Amérique)
GES	Gaz à effet de serre
HCN	Cyanure d'hydrogène
H <sub>2</sub> S	Sulfure d'hydrogène
kg	kilogramme
LET	Lieu d'enfouissement technique
LQE	<i>Loi sur la qualité de l'environnement</i>
MDDEP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
Mg	Magnésium
mg	milligramme
MRF	Matière résiduelle fertilisante
MSSS	Ministère de la Santé et des Services sociaux
N	Azote
P	Phosphore
PRbd	Polyéthylène basse densité
PEhd	Polyéthylène haute densité
PET	Polyéthylène téréphtalate
pH	Potentiel hydrogène
PP	Polypropylène
PS	Polystyrène
PHU	Pneu hors d'usage
PUNR	Pneu usagé non réutilisable
PVC	Polychlorure de vinyle

RCS	<i>Règlement sur les carrières et sablières</i>
REEIE	<i>Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement</i>
REIMR	<i>Règlement sur l'enfouissement et l'incinération des matières résiduelles</i>
RMD	<i>Règlement sur les matières dangereuses</i>
RTMD	<i>Règlement sur le transport des matières dangereuses</i>
SIMDUT	Système d'identification des matières dangereuse utilisées au travail
SMC	Société des matériaux caennais (France)
µg	microgramme
UQAC	Université du Québec à Chicoutimi
VR	Véhicule récréatif

## INTRODUCTION

Les années 70 ont été marquées par une prise de conscience des répercussions que l'être humain pouvait avoir sur la qualité de l'environnement. Ce nouvel état d'esprit des Québécois s'amorce avec l'entrée en vigueur de la *Loi sur la qualité de l'environnement* en décembre 1972 (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), 2002a). Cette loi contraint dorénavant les activités humaines afin d'empêcher les émissions de polluants dans l'environnement et de prévenir la contamination. De cette loi découlent plusieurs règlements spécifiques à différents secteurs d'activités.

Les carrières et sablières font partie intégrante du paysage québécois depuis plus d'un siècle et lui confèrent un relief particulier, parsemé de dépressions inesthétiques et menaçantes pour la sécurité humaine. Ces exploitations ont des répercussions importantes sur l'environnement, du début des activités jusqu'à la fin de vie utile de ces sites. Avec cette nouvelle conscience environnementale, une réglementation de ces activités industrielles s'imposait. C'est pourquoi en août 1977, le gouvernement du Québec adopta le *Règlement sur les carrières et sablières* dans l'optique de diminuer les impacts sur l'environnement liés à ce secteur d'activités (MDDEP, 2003). C'est à l'intérieur de ce règlement que sont exposés les éléments reliés à la restauration de ces sites à la fin de leur utilisation ainsi que les aménagements réalisables pour la remise en état des lieux. Par contre, la réglementation englobant la restauration des carrières et sablières est contraignante, car le choix de matériaux pouvant être utilisés afin de redonner un aspect naturel au site à la fin de la phase d'exploitation est restreint.

Afin de cadrer dans une vision gouvernementale pour améliorer de la qualité de l'environnement, il est intéressant de considérer l'intégration de matières résiduelles à la restauration des carrières et sablières. Cependant, l'utilisation de matières résiduelles pour ce type de projet n'est pas limitée uniquement par le *Règlement sur les carrières et sablières*, mais également par le *Règlement sur l'enfouissement et l'incinération des matières résiduelles*. Il est donc important de cibler les matières résiduelles qui pourraient être employées dans la restauration des carrières sablières et en quelle proportion elles doivent être utilisées. Après avoir déterminé les matières potentielles pouvant servir à la restauration, les aménagements possibles pourront être analysés en prenant en compte les éléments du développement durable (DD) : l'environnement, l'économie et l'aspect social. Il ne faut donc pas voir les matières résiduelles comme étant un déchet, mais plutôt comme une matière première servant à améliorer le paysage. Le tout s'intègre à une mise en valeur des matières résiduelles, idéologie reprise par l'actuelle *Politique sur la gestion des matières résiduelles 2011-2015* (Groleau, 2012).

Cette approche intégrant plusieurs sphères de l'environnement, souvent prises séparément, forme le fil de cet essai. Son objectif général est de dresser un portrait actualisé des modèles d'utilisation potentielle de matières résiduelles dans la restauration des carrières et sablières au Québec. L'atteinte de cet objectif général est possible grâce à la mise en place des objectifs spécifiques suivants :

- Établir l'historique des efforts de restauration de carrières et sablières au Québec;
- Effectuer une revue de littérature sur la restauration de carrières et sablières, ainsi que sur la valorisation de matières résiduelles dans ce cadre au Québec et à l'étranger;
- Récolter le plus d'information possible sur les projets de restauration de carrières et sablières impliquant des matières résiduelles au Québec et à l'étranger;
- Cerner les exigences légales actuelles concernant la restauration de carrières et sablières au Québec, l'élimination des matières résiduelles et des aménagements possibles;
- Définir et cibler les matières résiduelles ayant un potentiel d'utilisation dans la restauration de carrières et sablières;
- Identifier les différents aménagements possibles sur le site d'une carrière, ou sablière restaurée;
- Analyser les différents modèles identifiés pour la restauration de carrières et sablières à l'aide de matières résiduelles et faire ressortir les opportunités pour le Québec;
- Fournir des recommandations sur les matières résiduelles et les aménagements possibles dans la restauration de carrières et sablières.

Ce travail intègre plusieurs bases distinctes : la restauration des carrières sablières, la gestion des matières résiduelles, les aménagements réalisables et l'intégration du concept de DD. Une connaissance spécifique de tous ces éléments est requise pour les mettre en relation et fournir des recommandations cohérentes. Dans cette intention, l'information fut répertoriée à l'aide de moteurs de recherches Internet, de recherches à la bibliothèque de l'Université de Sherbrooke, de recherches à la Bibliothèque et Archives nationales du Québec, de contacts avec des individus œuvrant dans les domaines d'intérêts et par des discussions avec le directeur de cet essai. Ces sources sont divers documents gouvernementaux, des essais ou des thèses, des articles de périodiques, des discussions avec des personnes du milieu et des sites Internet. Les sources ont été retenues pour leur pertinence avec le sujet traité, leur fiabilité, leur reconnaissance (gouvernementale, universitaire, associative, etc.), leurs références et leur année de publication.

Le premier chapitre présente une mise en contexte du sujet de cet essai en intégrant l'historique de la restauration des carrières et sablières, avec celle de la gestion des matières résiduelles. Un lien avec l'écologie industrielle et l'approche du DD est décrit. Le deuxième chapitre porte sur les

projets similaires de restauration des carrières à l'aide de matières résiduelles à l'étranger, au Canada et au Québec. Le troisième chapitre relate les exigences légales en lien avec le sujet d'essai, ainsi que les programmes et guides mis en place par le gouvernement québécois. Le quatrième chapitre sert à établir les matières résiduelles pouvant être utilisées en indiquant les différences entre les matières dangereuses et non dangereuses. Cette étape, quoique complexe, permettra de discriminer les matières permises. Le cinquième chapitre propose des modèles d'aménagements pour permettre aux citoyens de se réapproprier ces sites. Le sixième chapitre consiste à établir une méthode d'analyse pour les différents modèles proposés et à tracer le portrait des modèles préférentiels en se basant sur l'approche du DD. Il est essentiel de comprendre que cette analyse s'applique seulement aux carrières et sablières situées près des municipalités; sinon, l'aspect social n'aurait pas eu une aussi grande importance. Le septième chapitre sert à présenter les recommandations retenues pour les modèles d'aménagements, les matières résiduelles utilisables et les éléments à améliorer en lien avec le sujet d'essai. Enfin, la conclusion, synthétisant les faits importants, termine cet essai.

## 1 MISE EN CONTEXTE

Deux axes historiques complémentaires sont incontournables pour mettre en contexte la présente étude : l'historique des carrières et sablières au Québec, et celui de la gestion des matières résiduelles sur le territoire. Par la suite, le lien avec l'écologie industrielle présente les matières résiduelles comme un matériau à utiliser plutôt qu'un déchet. Finalement, le lien avec le DD forme le point central de l'analyse des modèles applicables sur le territoire québécois. C'est une approche maintenant devenue courante pour l'évaluation d'un projet.

### 1.1 Historique au Québec

En premier lieu, l'exploitation des carrières et sablières est une activité de longue date au Québec, même si elle est peu documentée par le gouvernement. Le MDDEP consigne tous les certificats d'autorisation (CA) émis depuis 1977, date d'entrée en vigueur du *Règlement sur les carrières et sablières au Québec* (RCS). Toutefois, le MDDEP ne possède pas les informations sur les sites d'exploitation autorisés par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune avant cette date (Guay, 2012). Le MDDEP ne détient donc pas une liste exhaustive et à jour des carrières et sablières sur son territoire (Longpré, 2012). Il n'en est pas moins que l'information existe au sein de plusieurs ministères et qu'il ne suffirait qu'à rassembler l'information à ce sujet.

Une problématique liée à l'exploitation des carrières et sablières du Québec n'a pu être contrôlée avec l'entrée en vigueur de la réglementation en 1977 : celle des carrières et sablières abandonnées. Effectivement, avant 1977, les exploitants de carrières et sablières n'avaient aucune obligation de restaurer le site lorsque les activités avaient cessé complètement. Le nouveau règlement n'a pas intégré l'obligation de restaurer les carrières et sablières abandonnées malgré le fait que ce sont surtout ces sites qui participent le plus à la dégradation de l'environnement et qui sont potentiellement dangereux pour les êtres humains (Boivin, 1981). En 1984, le ministère de l'Environnement avait évalué que seulement 20 % des carrières et sablières en fin d'exploitation étaient considérées comme réhabilitées. C'est suite à cette constatation que le gouvernement décida d'élaborer un outil permettant aux exploitants d'ouvrir les yeux face à ce problème et d'obtenir de l'aide pour être en mesure de bien réhabiliter les sites (Ministère de l'Environnement du Québec, 1984).

Ces anciennes carrières et sablières abandonnées sont parfois devenues des dépotoirs non contrôlés et dans certains cas, des lieux pour le dépôt de matériaux secs (Longpré, 2012). Également, d'anciennes carrières se sont transformées en lieux d'enfouissement technique, comme

la carrière Miron à Montréal, présentée au chapitre 2, à la section 2.3 (Hébert, 2012). Au final, il est important de comprendre que les carrières et sablières abandonnées ont été ciblées comme des lieux problématiques pour l'environnement et la sécurité publique. Il est donc souhaitable que ces lieux orphelins soient intégrés aux propositions de modèles d'aménagement, présentés au chapitre 5 de cet essai, au même titre que les carrières et sablières en fin d'exploitation à la suite de la mise en place du nouveau cadre légal de 1977. L'approche de départ sera différente pour chacune des deux situations mais la finalité du projet d'intégrer des matières résiduelles dans la restauration et de proposer des aménagements restera identique, peu importe la situation de départ.

En second lieu, la gestion des matières résiduelles dans le monde ne remonte pas à ce siècle, mais plutôt à la période de l'Antiquité et du Moyen Âge. C'est durant ces périodes que la fortification des noyaux villageois développa une problématique inattendue; l'amoncellement des déchets sur une superficie restreinte. Avec l'augmentation importante des déchets apparaissaient d'autres problèmes : les odeurs nauséabondes, les rues souillées et les épidémies. Tranquillement, ces situations forcèrent la mise en place de réglementations pour améliorer la condition de vie des êtres humains, ce qui permit la naissance du principe d'assainissement. Avec ce nouveau principe arriva la cueillette des déchets, tout d'abord à l'aide de chariots qui furent remplacés par des camions ouverts à la suite de la Seconde Guerre mondiale (Hutchinson, 2007).

Au Québec, la gestion des matières résiduelles est plus récente et débuta à Montréal par la cueillette des déchets à l'aide de chariots tirés par des chevaux au début des années 1900. Comme partout dans le monde, au fur et à mesure que les technologies évoluèrent, le Québec modernisa la manière dont il ramassait les déchets. Peu à peu, on commença à confier la cueillette des déchets aux entreprises privées. Ce fut la naissance du système de contrat et de sous-traitance; ainsi, la population vit apparaître des sites d'enfouissement et des incinérateurs géants pour éliminer les déchets (Olivier, 2010).

Au final, le gouvernement québécois décida d'intervenir dans la gestion des matières résiduelles en réglementant et en énonçant ses attentes par la présentation de politiques. Un des buts véhiculés par ces politiques est de diminuer autant que possible l'élimination des matières résiduelles et de favoriser leur mise en valeur (Hutchinson, 2007). Par contre, le Québec est un territoire vaste et les problèmes liés à la surabondance des déchets n'affectent pas les Québécois autant que dans les villes surpeuplées comme Paris ou Tokyo (Hutchinson, 2012). Il n'est cependant pas nécessaire d'attendre d'être accolé au pied du mur pour réagir et faire les efforts nécessaires dès maintenant.

C'est ce que tente le gouvernement du Québec par la mise en place d'un règlement et d'une politique sur les matières résiduelles.

## 1.2 Lien avec les principes d'écologie industrielle

L'écologie industrielle (ÉI) est une discipline encore jeune dans le monde et le Québec n'y fait pas exception (Caron, 2010). Les principes développés par l'ÉI visent une amélioration de la qualité de l'environnement combinée à une activité économique. Ces deux éléments paradoxaux pour plusieurs peuvent très bien cohabiter en harmonie et ils méritent de s'y attarder.

En ce qui a trait à la dimension économique, l'ÉI propose la vision nouvelle d'un système productif qui dissocie la croissance économique d'une entreprise de sa consommation de ressources, ou encore de sa production de déchets (Orée, 2009). La figure 1.1 démontre l'évolution de la situation actuelle vers l'implantation d'un écosystème industriel, où le mode de pensée est celui de l'écologie industrielle.

En ce moment, la situation actuelle est de type 1, où les ressources sont limitées et les rejets le sont tout autant. Cette situation comprend les problématiques suivantes : la surexploitation des ressources, les difficultés dans la gestion des déchets et les coûts élevés liés aux catastrophes naturelles ou industrielles. Le but de l'ÉI est d'atteindre l'écosystème de type 3, qui consiste à réaliser un bouclage des flux de matière et d'énergie au sein de relations entre acteurs économiques. Cette relation se concrétise par la mise en place de synergies éco-industrielles entre ces acteurs sur un même territoire ou une même zone d'activités (*ib.*).

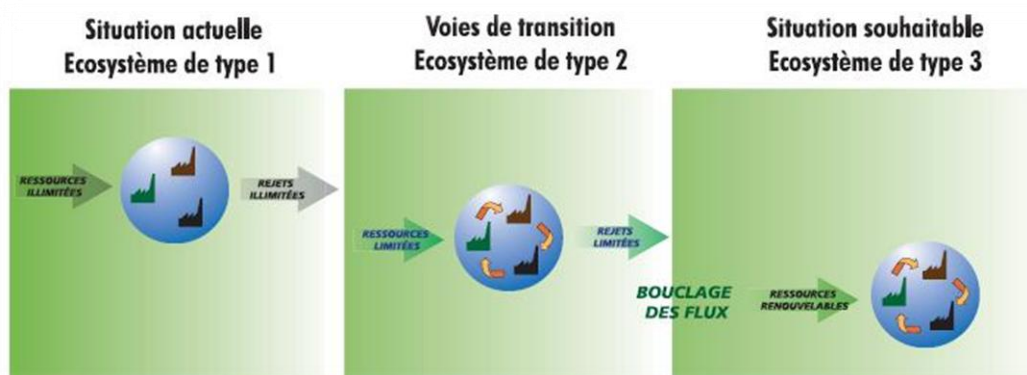
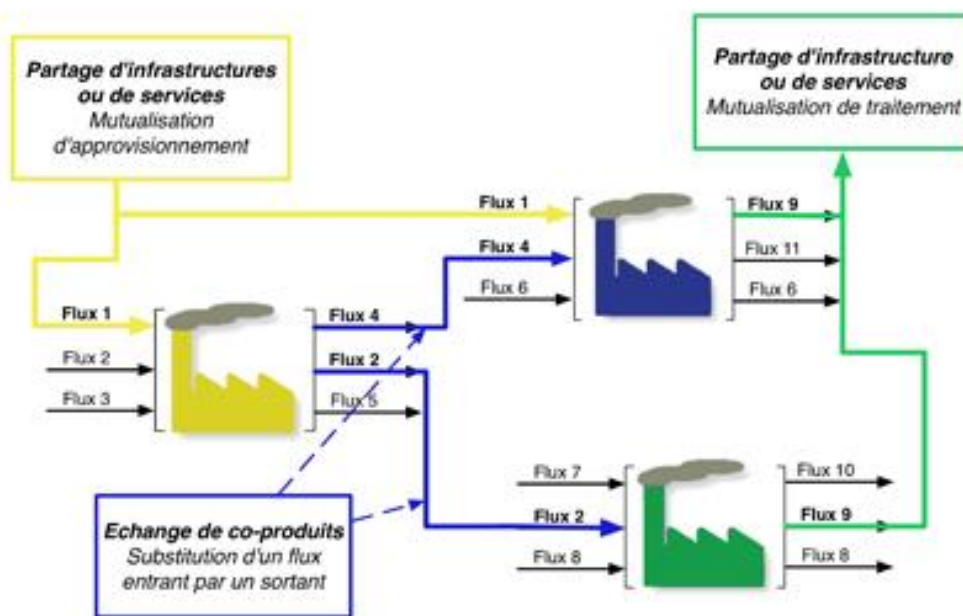


Figure 1.1 – Écosystème industriel de type 1, 2 et 3 (tiré d'Orée 2009, p.26)



L'écologie industrielle regroupe donc deux termes distincts, "écologie" et "industrielle" qui, lorsque réunis ont une signification particulière. Une industrie est alors perçue comme un écosystème en soit, dans lequel les activités humaines reliées à la production et à la consommation peuvent être analysées (Orée, 2009). Ce principe regroupe plusieurs autres disciplines, comme la pensée du cycle de vie, et vise plusieurs objectifs, notamment l'atteinte du zéro rejet (Côté et Vendette, 2008).

C'est dans ces lignes directrices de cycle de vie et de diminution des rejets, en lien avec les déchets, que s'intègre le sujet de cet essai. En effet, la matière résiduelle utilisée dans la restauration de carrières et sablières est un déchet devenu une matière secondaire qui permet d'utiliser moins de matière première vierge. Il s'agit donc d'une synergie de sous-produits où un flux entrant est substitué par un flux sortant, tel qu'illustré dans l'encadré de l'échange de coproduits à la figure 1.2.



**Figure 1.2 - Schématisation des types de synergies (tiré de Beaudin-Quintin, 2011, p. 16)**

### 1.3 Lien avec le développement durable

Le terme DD a vu le jour il y a un peu plus d'une vingtaine d'années avec la Commission mondiale sur l'environnement et le développement (MSSS, 2012). Cette notion est très large et peut englober une panoplie d'éléments. Dans la *Loi sur le développement durable*, ce terme est défini comme suit :

*« [...] un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs. Le développement durable s'appuie sur une vision à long terme qui prend en compte le caractère indissociable des dimensions environnementales, sociales et économiques des activités de développement. »*

Cette définition s'intègre bien à la notion d'écologie industrielle brièvement présentée à la section 1.2, puisque la production et la consommation sont des points communs à ces deux disciplines. L'idéologie du DD intègre toutes notions pouvant améliorer la qualité de l'environnement en permettant une activité économique et un avenir pour les générations futures. Dans cette optique, le sujet de cet essai est directement lié à ce principe en permettant la mise en valeur de matières résiduelles pour offrir un nouveau paysage et un nouvel aménagement profitable aux citoyens d'aujourd'hui et de demain. De plus, l'approche du DD est préconisée dans l'analyse des divers modèles de restauration et d'aménagements qui seront retenus.

Tel que mentionné dans la définition, trois grandes dimensions sont à la base du DD : l'économie, le social et l'environnement. C'est à partir de ces trois dimensions que seront établis les critères d'évaluation. Chaque projet doit s'intégrer le mieux possible aux dimensions du DD pour être retenu comme viable dans notre société. Pour articuler les trois dimensions, la *Loi sur le développement durable* intègre 16 principes qui serviront dans l'établissement des différents critères d'analyses (MDDEP, 2002b) :

- Santé et qualité de vie
- Équité et solidarité sociales
- Protection de l'environnement
- Efficacité économique
- Participation et engagement
- Accès au savoir
- Subsidiarité
- Partenariat et coopération intergouvernementale
- Prévention
- Précaution
- Protection du patrimoine culturel
- Préservation de la biodiversité
- Respect de la capacité de support des écosystèmes
- Production et consommation responsables
- Pollueur payeur
- Internalisation des coûts

Les projets retenus au chapitre 6 concilient les divergences d'idées entre la croissance économique, la protection de l'environnement et la satisfaction de la société. C'est dans cette pensée que s'insère l'approche du DD comme un outil d'analyse valide, et que l'écologie industrielle s'y marie.

## **2 PROJETS SIMILAIRES**

Cette section présente les divers projets dans lesquels des matières résiduelles ont été utilisées pour la restauration de carrières ou sablières. Bien que peu de documents existent sur le sujet, certains projets similaires intéressants ont été répertoriés, en plus d'entreprises réalisant le modèle de restauration présenté dans cet essai. Dans chaque cas ciblé, les matières résiduelles n'ont pas été utilisées en totalité dans la restauration, mais seulement en faibles proportions et mélangées avec des éléments naturels comme de la terre. Ce chapitre est divisé en trois sections qui exposent les projets similaires propres au territoire visé : les projets à l'international, les projets au national et les projets au provincial.

### **2.1 Projets à l'international**

Cette partie offre un bref aperçu des projets similaires mis en place dans le monde. Trois entreprises œuvrant dans le domaine de l'environnement ont réalisé des projets en restauration de carrières et sablières en France, en Australie et en Grèce.

#### **2.1.1 Société Aliapur en France**

La société Aliapur a vu le jour il y a environ une dizaine d'années en France, pour remédier à la problématique de l'élimination des pneus hors d'usage (PHU) prévue dans le Code de l'environnement français. La valorisation des pneus usagés était rattachée à des coûts très élevés qui ne pouvaient être défrayés par les petites entreprises. Cette situation mena à la création de dépôts de pneus non contrôlés. C'est pour empêcher l'élargissement de ces dépôts qu'Aliapur fut mise en place. L'entreprise a donc pour objectif premier de mettre en valeur les pneus usagés qu'elle recueille. (Aliapur, s.d.a)

Une des manières trouvées par l'entreprise pour mettre en valeur les stocks de PHU est la réhabilitation de carrières en fin d'exploitation. Les pratiques de réhabilitation ont été longtemps mal encadrées en France et Aliapur a vu une belle occasion de les jumeler à ses activités concernant les pneus usés. La société s'est lancée en 2005 dans l'étude des impacts environnementaux de l'utilisation de pneus usagés entiers de grandes dimensions dans la restauration de carrières en fin de vie. La technique utilisée par Aliapur est celle du Pneusol qui consiste à alterner des rangées ordonnées de pneus usés de grandes tailles avec de la terre, comme l'illustre la figure 2.1 (Aliapur s.d.b).



**Figure 2.1 – Exemple de la technique du Pneusol (tiré de République algérienne, 2011)**

La technique du Pneusol a des finalités différentes selon le résultat souhaité. Les pneus sont plus souples, ce qui favorise un support de tassement différentiel plus important en plus de permettre une meilleure répartition des efforts (Aliapur, s.d.b). La technique du Pneusol peut servir de mur de soutènement, de répartiteur de contrainte, de remblais, d'ouvrage absorbeur d'énergie, de parement, de renforcement et de stabilisateur de pente (*ib.*). Par exemple, le cas d'un glissement de terrain dans les Pyrénées Atlantiques sur la commune de Cardesse, la technique du Pneusol a servi d'allègement et de soutènement du sol afin d'éviter que cette situation ne se reproduise (CETE Sud-Ouest, 2009).

Afin de faire approuver ce projet par la préfecture de la région, la société a mandaté le groupement d'intérêt scientifique Évaluation environnementale des déchets, matériaux et sols pollués (EEDEMS) de réaliser l'évaluation environnementale de la valorisation géotechnique de pneus usagés non réutilisables (PUNR) entiers dans la réhabilitation de carrières. La société a donc fait des tests en laboratoire et également un projet pilote sur le site de la Société des Matériaux Caennais (SMC) à la carrière Feuguerolles. La société en est venue à la conclusion que l'utilisation de PUNR n'était pas dangereuse pour l'environnement et pour les êtres vivants car les échantillons d'eau et de sol récupérés n'avaient pas de différences significatives avec ceux de travaux similaires réalisés avec de la terre argilolimoneuse, des graves calcaires ou des graves siliceuses (Groupement d'intérêt scientifique EEDEMS, 2007).

Les travaux de restauration du site SMC de la carrière Feuguerolles sont toujours en cours, il n'est donc pas possible de présenter l'aménagement qui sera réalisé sur le site par la suite. Néanmoins, la finalité de ce projet semble pencher vers un retour du site au naturel. Malgré le fait que les pneus sont faits des matériaux flexibles, il semble que l'union des PUNR et de la terre soit très solide comme surface. Par contre, le site fait l'objet d'un suivi très serré grâce à l'échantillonnage régulier; cela pourrait dévoiler des effets indésirables jusqu'ici inconnus.

### **2.1.2 Golder Associates en Australie**

La compagnie *Golder Associates* a été fondée en 1960 à Toronto (Golder, 2012a). Depuis ce temps, l'entreprise a grandement évolué et a désormais des emprises aux États-Unis, au Royaume-Uni et en Australie. La compagnie offre une panoplie de services environnementaux en mécanique des sols et en ingénierie. Elle est spécialisée dans six grands domaines (Golder, 2012b) :

- Sciences de la Terre
- Gestion des ressources naturelles
- Évaluation environnementale et sociale
- Gestion de l'environnement et de la conformité
- Démantèlement et décontamination
- Planification et conception

C'est à Melbourne, en Australie, que *Golder* a fait preuve d'innovation dans la restauration du site d'une ancienne carrière. Cette carrière a été ouverte il y a un peu plus de 50 ans par l'entreprise *Austral Bricks* qui a inclus au site une usine de production de briques. La figure 2.2 démontre la carrière d'*Austral Bricks* avant sa restauration. Lorsque ce site a été développé, il était situé très loin des zones résidentielles. Cependant, l'expansion urbaine a pris le dessus et les résidences ont fini par encercler l'ancienne carrière. La cessation des activités industrielles et l'accroissement de la population furent une belle occasion pour la municipalité d'envisager la restauration de la carrière comme un espace potentiel à la construction de nouvelles résidences (Golder, 2012c).

*Austral Bricks* a donc fait appel à *Golder* pour que ces derniers trouvent une solution à la gestion des déchets sur place, constitués de sol et de brique, et pour qu'ils réhabilitent le site pour l'établissement futur d'une zone résidentielle. Avec la mise en valeur des matières résiduelles sur le site même, *Golder Associates* a pu faire économiser des frais de transport et d'élimination à l'entreprise *Austral Bricks*. Afin d'assurer la conformité de ces activités de restauration, *Golder* a collaboré avec l'Environmental Protection Agency (EPA) afin d'obtenir l'autorisation de mettre en

valeur les matières résiduelles présentes sur le site et remplir la dépression laissée par l'exploitation de la carrière. Le projet a été accepté. Golder a donc pu réhabiliter le site de l'ancienne carrière à l'aide des matières résiduelles, du sol et des briques laissées sur place par Austral Bricks lors de ses anciennes activités (Golder, 2012c). La figure 2.3 montre le site de l'ancienne carrière après la restauration terminée.



**Figure 2.2 – Carrière d’Austral Bricks avant la restauration (tiré de Golder, 2012c)**



**Figure 2.3 – L’ancienne carrière après la remise en état (tiré de Golder, 2012c)**

En terminant, la compagnie *Golder Associates* s’est vue remettre le prix « *Strzelecki Award* » pour ce projet de restauration, où son excellence et son innovation ont été mises de l’avant (*ib.*).

### **2.1.3 Groupe Titan en Grèce**

Le Groupe Titan est né en Grèce il y a plus d'un siècle et ses activités s'étendent désormais dans 13 pays supplémentaires. Cette entreprise œuvre dans le domaine de la production de ciment, de béton, de granulats, de mortier et d'autres matériaux de construction (Titan, 2012a). Elle exploite donc plusieurs carrières afin de produire ces matériaux.

Le Groupe Titan met un point d'honneur de remettre les sites exploités en état et de permettre la reprise de la nature. Une carrière génère des impacts sur la société de proximité et sur l'environnement tout au long de sa vie. Le Groupe Titan considère qu'une planification efficace de toutes les étapes de vie est nécessaire pour diminuer au maximum les impacts de ses activités (Titan, 2012b). La réadaptation du milieu à la fin de vie d'exploitation d'une carrière est donc primordiale.

Une des techniques utilisées par l'entreprise est l'épandage de compost sur la couche supérieure du sol d'une carrière restaurée afin de permettre la reprise de la végétation (*ib.*). En 2005, le Groupe Titan a donc mis sur pied, avec l'aide de plusieurs acteurs universitaires et gouvernementaux, un projet consistant à utiliser du compost dans la restauration de carrières en fin de vie (Titan, 2012c). Les matières organiques alimentaires et végétales ont été recueillies et traitées pour offrir un compost de qualité. L'objectif était de prouver qu'il existait des alternatives durables à l'enfouissement de matières organiques (*ib.*). Le compost a donc été intégré à de la terre pour permettre la plantation de végétation par la suite. Au final, l'entreprise a remarqué quelques bénéfices comme la réduction de matières organiques allant vers les décharges et elle participe à une synergie en utilisant les sous-produits d'autres entreprises (*ib.*).

## **2.2 Projets au national**

Ce volet brosse un tableau des projets similaires présents sur le territoire canadien, en excluant la province de Québec. Deux projets distincts de restauration et d'aménagement de carrières en Ontario sont décrits ainsi qu'un projet de réhabilitation d'une carrière à Halifax.

### **2.2.1 Projets dans la péninsule de Niagara, en Ontario**

Ces projets, mis en place dans la péninsule de Niagara, ont été rapportés par le Centre d'expérimentation et de développement en forêt boréale (CEDFOB). Ce centre a élaboré un guide



encadrant l'utilisation de biosolides provenant du secteur des pâtes et papiers avec l'incorporation de cendres de bois (CEDFOB, 2007).

Il existe deux types de biosolides pour les pâtes et papiers : primaires et secondaires. Les biosolides primaires sont riches en matières organiques et les biosolides secondaires sont riches en azote (N) et phosphore (P), éléments nutritifs importants pour la croissance des plantes. Ces biosolides mélangés ont donc une valeur fertilisante importante en plus de contenir du calcium (Ca) et du magnésium (Mg). L'utilisation de biosolides et de cendres de bois comme fertilisant ou amendement au sol est une technique très répandue en général, mais plus rare dans le cas de restauration de sites dégradés (*ib.*).

Deux carrières désaffectées ont été restaurées à l'aide de biosolides de pâtes et papiers et de cendres de bois. Ces biosolides ont grandement contribué à la reprise de la végétation sur ces sites nettement perturbés. La première carrière, présentée à la figure 2.4, a été aménagée en terrain de golf à la suite de la restauration tandis que la seconde carrière, exposée à la figure 2.5, a été aménagée en verger (*ib.*).

L'utilisation de biosolides provenant des industries de pâtes et papiers et des cendres de bois semble être une avenue intéressante pour permettre à la végétation de reprendre plus facilement. De plus, les aménagements proposés démontrent que l'utilisation de ces produits n'est pas nocive pour les êtres vivants car ils sont utilisés à des fins agricoles. Par contre, il faut souligner qu'une trop grande la distance entre les papetières et les carrières à restaurer peut être un obstacle : les frais reliés au transport ne devraient pas dépasser les frais liés à l'élimination pour motiver cette collaboration.



**Figure 2.4 – Ancienne carrière aménagée en terrain de golf avec des biosolides de pâtes et papiers et des cendres de bois (tiré de CEDFOB, 2007)**



**Figure 2.5 – Ancienne carrière aménagée en verger avec des biosolides de pâtes et papiers et des cendres de bois (tiré de CEDFOB, 2007)**

### **2.2.2 Projet de vignoble en Ontario**

Ce projet de restauration d'une carrière a été exécuté dans la ville de Lincoln en Ontario, dans la carrière *Vineland Quarry*. L'utilisation finale des terres a été orientée vers l'agriculture, plus particulièrement vers la culture des raisins pour la fabrication du vin (voir figure 2.6). Ce vignoble de grande taille est né aux alentours de 1999 à la suite de l'adoucissement des pentes latérales (S.E. Yundt, 2011).



**Figure 2.6 – Vineland Quarry à Lincoln, en Ontario (tiré de Earth 1<sup>st</sup>, 2011)**

Afin d'avoir un sol assez fertile pour la culture, des matières résiduelles ont été incorporées au sol comme amendement. Ces matières résiduelles étaient en fait des biosolides de papetières, tels qu'expliqués à la section précédente, riches en matières organiques et en autres éléments essentiels pour la croissance des végétaux (S.E. Yundt, 2011).

Les premiers raisins ont été cueillis en 2002 et, depuis, le vignoble a grandement élargi les variétés de raisins pour offrir une diversité impressionnante de vins. De plus, une érablière est désormais en fonction à *Vineland Quarry* sur une autre parcelle de ce site réhabilitée depuis 2005. À ce jour, les activités agricoles sont toujours en opération. Finalement, ce site a reçu un prix d'excellence remis par l'*Ontario Stone, Sand and Gravel Association* (OSSAG) pour le travail exécuté dans la restauration et le réaménagement du site (*ib.*).

### **2.2.3 Projet de réhabilitation d'une carrière à Halifax**

Le site dont il est question est une ancienne carrière d'ardoise abandonnée, située près de l'aéroport d'Halifax, qui a été exploitée de 1950 à 1970. La taille de 25 hectares de cette ancienne carrière est importante et le gouvernement de la Nouvelle-Écosse considérait sa réhabilitation comme nécessaire (OCL Group, s.d.).

Le gouvernement de la Nouvelle-Écosse a mis en place en 1995 une politique afin d'améliorer la gestion des matières résiduelles de cette province, mettant l'accent sur les résidus liés à la construction et à la démolition. Un des objectifs est de diminuer le volume de déchets allant vers les décharges. L'utilisation des matières résiduelles du secteur de la construction et de la démolition, comme le bois, les cloisons sèches et le plâtre, répondait donc à cet objectif, en plus d'améliorer les aspects visuels, environnementaux et sécuritaires reliés à la restauration de cette carrière (MacKnight, 2005).

Cependant, le site présentait une problématique de drainage acide qui devait absolument être contrôlée dans le but de ne pas nuire aux espèces vivantes. L'utilisation du plâtre devenait tout indiquée puisque ce produit possède un comportement basique qui permet la neutralisation de l'acide. Le plâtre a donc été finement broyé et a servi, en partie, à restaurer la topographie du site. Par la suite, du compost a été épandu sur la surface pour permettre aux plantes de croître (*ib.*). Des tests sur la qualité de l'eau, des analyses environnementales et des suivis ont été réalisés par le Groupe OCL, consultants en gestion de l'environnement présents dans la zone atlantique du Canada. La combinaison de la matière organique et du plâtre a complètement empêché l'acidité

du sol de se former et le site est désormais totalement restauré. La végétation a d'ailleurs repris rapidement sur ce site tel qu'illustré par la figure 2.7.



**Figure 2.7 – Carrière restaurée près de l'aéroport d'Halifax (tiré de MacKinght, 2005)**

## **2.3 Projets au provincial**

Ce dernier segment du chapitre 2 trace un portrait sommaire de quelques projets de restauration concrétisés au Québec à l'aide de matières résiduelles. Néanmoins, il existerait beaucoup plus de cas non documentés, de carrières ou sablières ayant recours à des matières résiduelles pour leur restauration. Par contre, les proportions de matières résiduelles appliquées sur les sites à restaurer restent minimes (Groleau, 2012). Dans un premier temps, un projet pilote fait à Baie-Comeau est présenté, suivi du cas de la carrière Miron à Montréal et d'un autre projet réalisé par l'entreprise mondiale Biogénie.

### **2.3.1 Projet pilote à Baie-Comeau**

Un projet pilote de restauration de site dégradé a été réalisé à Baie-Comeau sur l'ancien site d'une gravière. Les expérimentations sur ce site ont débuté en 1997 et consistaient à analyser l'efficacité et les répercussions de l'épandage des biosolides provenant des usines de pâtes et papiers sur le sol. La croissance des semis d'épinettes noires était observée sur une parcelle témoin située sur la gravière et sur une autre parcelle de cette même gravière où avaient été épandus des biosolides mixtes de papetières, en plus de cendres de bois (CEDFOB, 2007).

Les biosolides mixtes ont donc été utilisés après la restauration de la topographie et ont servi d'amendement de sol pour permettre une reprise rapide et efficace de la végétation. Ce projet est similaire au projet présenté à la section 2.2.2 et les biosolides ont été pris pour leur grande valeur nutritive. La figure 2.8 démontre la reprise de végétation de la parcelle témoin sans amendement en avant-plan et la figure 2.9 montre la parcelle avec l'amendement de biosolides.



**Figure 2.8 – Projet de réaménagement à Baie-Comeau, parcelle témoin (tiré de CEDFOB, 2007)**



**Figure 2.9 – Projet de réaménagement à Baie-Comeau, parcelle avec biosolides (tiré de CEDFOB, 2007)**

Les semis d'épinettes noires présents sur la parcelle avec un amendement de biosolides ont eu une croissance plus forte et sont plus volumineux que les semis de la parcelle témoin. L'apport de

nutriments fait par l'amendement de biosolides a grandement facilité la croissance des plants et aidé à la reprise de la végétation.

### **2.3.2 Carrière Miron de Montréal**

Plusieurs Montréalais connaissent l'histoire de la carrière Miron, plus encore ceux qui ont habité ou habitent toujours le quartier Saint-Michel. L'histoire de cette carrière est impressionnante et il est nécessaire de connaître son évolution pour bien saisir sa future utilisation.

Tout d'abord, la carrière Miron est une carrière de calcaire dont l'exploitation a débuté en 1948. Cette carrière est située tout près des résidences et les citoyens subissaient le bruit, les odeurs et le va-et-vient constant des camions. La situation ne s'est guère améliorée lorsqu'une partie de la carrière est devenue un site d'enfouissement à ciel ouvert. Dans les années 80, une partie de la carrière a été dédiée à l'incinération de déchets, ce qui n'a pas amélioré l'image de ce site auprès des habitants du secteur. Après des années et des années de plaintes, la carrière a finalement cessé ses activités à la grande joie des citoyens qui ne se doutaient pas à ce moment que le site d'enfouissement resterait en place. La ville de Montréal réussit à devenir propriétaire du site vers 1987. Elle amorça un long travail de décontamination du site et transforma le dépotoir en complexe environnemental d'envergure. Sur les 192 hectares de superficie de la carrière, plus de 75 hectares ont été remplis de déchets domestiques (Dussault, 2008). La figure 2.10 illustre bien la taille de la carrière Miron et la situation d'encerclement des résidences voisines.

La ville cessa en mai 2000 de recevoir dans l'ancien site de la carrière Miron des déchets domestiques et n'accepta que les matériaux secs. Les citoyens durent attendre jusqu'en 2008 pour que cessent la circulation de gros camions et les activités d'enfouissement. Durant ce temps, les espaces constitués de déchets domestiques ont été scellés et font l'objet d'un suivi intensif pour contrôler la lixiviation et les biogaz. Les matériaux secs ont servi à restaurer le reste du site dont les pentes étaient toujours abruptes. Une fois la topographie remise en état, le site a bénéficié du compost pour favoriser la reprise de la végétation.





**Figure 2.10 – Vue aérienne de l’ancienne carrière Miron enclavée dans le tissu urbain (tiré de ville de Montréal, s.d.)**

L’ancienne carrière Miron est devenue un site exceptionnel qui inspire plusieurs autres pays. C’est le projet de réhabilitation environnementale le plus ambitieux que la Ville de Montréal ait mené depuis sa fondation (GandQuébec.com, s.d.). Il y a maintenant une vitrine environnementale impressionnante, un écocentre, le Centre d’expertise sur les matières résiduelles et plusieurs entreprises installées au pourtour du site ou sur le site : Cirque du Soleil, Tohu, Groupe Cascades, Gazmont, etc. La finalité de ce grand projet est de rendre le site aux citoyens en leur offrant un parc aussi grand que celui du Mont-Royal comprenant également plusieurs pôles d’activités (Hébert, 2012). Le premier est un pôle culturel rassemblant le siège social du Cirque du Soleil, la TOHU, la Cité des arts du Cirque et un amphithéâtre circulaire impressionnant (Ville de Montréal, 2012). Le second est un pôle éducatif comprenant une historique du site et de sa transformation ainsi qu’une démonstration des diverses méthodes de gestions des matières résiduelles (*ib.*). Le troisième est un pôle industriel et commercial intégrant les multiples entreprises présentes sur le site, comme Gazmont, l’écocentre, le centre de tri, la plate-forme de compostage et divers autres commerces. Le dernier est un pôle sportif offrant aux différents usagés du site l’occasion de faire des randonnées en marchant, en skiant ou en pédalant (TOHU, 2012). Plusieurs installations sont et seront aménagées sur le site de l’ancienne carrière. Ces installations comprennent des terrains de soccer, des terrains de basket-ball, en plus d’une multitude d’équipements de loisir et le TAZ, un

complexe sportif adapté pour les planches à roulettes et les patins à roues alignées (Ville de Montréal, 2012).

Finalement, ce site a une histoire particulière qui diverge des autres projets similaires présentés. La carrière Miron, devenue un lieu d'enfouissement sanitaire, requiert un suivi environnemental de 30 ans pour contrôler ses impacts en raison des déchets ultimes enfouis à l'époque : un mélange de matières potentiellement dangereuses et de matières putrescibles. Pour permettre aux citoyens du secteur Saint-Michel de bénéficier réellement de la fermeture de ce lieu d'enfouissement, la ville de Montréal a décidé d'aménager un grand parc d'une superficie comparable à celui du Mont-Royal (*ib.*). Ce projet ne sera pas terminé avant une vingtaine d'années, mais il permettra d'intégrer un paysage naturel de verdure au sein de cette grande ville.

### **2.3.3 Projet de l'ancienne cimenterie de Saint-Constant**

L'entreprise Biogénie a débuté ses opérations au Québec dans les années 1980 et a élargi son expertise au reste du Canada, aux États-Unis, en France et au Royaume-Uni. L'entreprise se spécialise dans deux domaines distincts : la caractérisation et la réhabilitation de sites contaminés et la gestion des matières résiduelles. Biogénie est une division d'*EnGlobe Corp.*, qui possède plusieurs autres divisions connues sous des appellations différentes (Biogénie, 2011a).

La division Biogénie offre des services de restauration et de revégétalisation de sites dégradés comme les sites miniers, les sites d'enfouissement et les sites d'anciennes carrières et sablières (Biogénie, 2011b). Ils utilisent des matières résiduelles organiques, des boues, des composts, des sols recyclés, pour restaurer le couvert végétal de ces sites (*ib.*).

En remettant ces sites en état, Biogénie dit contribuer au contrôle de l'érosion et des sources de nuisance comme le bruit, les odeurs et la poussière. La figure 2.11 montre le processus d'épandage du compost utilisé par Biogénie sur une pente artificielle qui adoucit et sécurise le contour du lac de la carrière.





**Figure 2.11 – Processus d’épandage du compost par Biogénie (tiré de Biogénie, 2011b)**

Un des projets réalisés par Biogénie est la restauration du site d’une ancienne cimenterie à Saint-Constant sur la Rive-Sud de Montréal. Cet ancien site industriel a des caractéristiques très similaires aux carrières avec un socle rocheux et des pentes escarpées. Les matières résiduelles utilisées dans la restauration de la végétation de ce site dégradé étaient du compost. L’entreprise en a pulvérisé sur la surface remise à niveau pour être en mesure d’ensemencer le sol et d’assurer une reprise de la végétation sur le site (Biogénie, 2011c).

### 3 EXIGENCES LÉGALES ET AUTRES EXIGENCES

La réglementation assujettie à la restauration de carrières et sablières à l'aide de matière résiduelle est restreinte. Il en va de même pour les programmes et guides présentés à la dernière partie de ce chapitre. Ce chapitre se veut non pas une analyse juridique en lien avec le concept de restauration des carrières et sablières à l'aide de matières résiduelles, mais plutôt une piste de réflexion des aspects règlementaires à considérer. Le cadre légal cible certaines parties précises du sujet d'essai en plus d'autres facettes soulevées qui sont directement liées à l'établissement d'un lieu d'enfouissement sur le site d'anciennes carrières ou de sablières.

#### 3.1 Loi sur la qualité de l'environnement

La *Loi sur la qualité de l'environnement* régit toutes les activités qui pourraient avoir un impact négatif sur l'environnement. La restauration de carrières et sablières à l'aide de matières résiduelles doit donc respecter plusieurs aspects de cette loi répartis au sein de différentes sections. Seuls les articles propres au sujet de cet essai ont été retenus. La LQE est très importante puisque c'est à partir de ses lignes directrices que découlent tous les règlements présentés dans cette section.

##### 3.1.1 Section IV – La protection de l'environnement

Les articles retenus dans la section IV de la LQE sont en lien avec la contamination de l'environnement, les demandes d'autorisation, ainsi que les activités reliées aux carrières et sablières. Les articles 20, 21 et 22 forment la base de la *Loi sur la qualité de l'environnement*. Ils précisent les actions et les procédures qui doivent ou ne doivent absolument pas être exécutées. L'article 20 établit qu'aucune personne n'a le droit de contaminer l'environnement de manière à dépasser les seuils déterminés par le gouvernement. De plus, la propagation d'un contaminant qui porte atteinte à l'être humain, la faune, la flore, les biens ou la qualité du sol est interdite. Selon l'article 21, en lien avec les contaminants visés à l'article 20, les personnes responsables de la présence d'un contaminant, même de manière accidentelle, doivent avertir le MDDEP le plus rapidement possible. Le dernier article de ce trio est l'article 22 qui présente le cadre des demandes d'autorisation. Le premier alinéa de cet article établit les normes qui mènent à une demande d'autorisation :

*« Nul ne peut ériger ou modifier une construction, entreprendre l'exploitation d'une industrie quelconque, l'exercice d'une activité ou l'utilisation d'un procédé industriel ni augmenter la production d'un bien ou d'un service s'il est susceptible d'en résulter une émission, un dépôt, un dégagement ou un rejet de contaminants dans l'environnement »*

*ou une modification de la qualité de l'environnement, à moins d'obtenir préalablement du Ministre un certificat d'autorisation.[...] »*

La suite de l'article présente les documents qui devraient accompagner la demande de CA et la liberté du Ministre de demander à la personne requérante toute autre information qu'il juge nécessaires pour délivrer le CA.

Ensuite, selon l'article 23, le Ministre peut obliger le requérant à soumettre un plan de réaménagement du site à la cessation des activités industrielles sur ce terrain. Cela implique que lors d'une demande d'obtention d'un CA pour l'exploitation d'une carrière ou sablière, un plan de réaménagement doit être inclus. Dans le cas où l'exploitant désirerait modifier le plan de réhabilitation établi au départ, celui-ci devrait refaire une nouvelle demande de CA telle qu'il le ferait pour un nouveau projet (Groleau, 2012). L'article 24 mentionne que le Ministre ne peut délivrer un CA (en lien avec l'article 22) sans s'être assuré que le projet n'émettra pas de contaminants dans l'environnement. Si le projet n'atteint pas les exigences, le Ministre peut obliger des modifications au plan ou au projet lui-même.

Finalement, en vertu de l'article 27.1, le Ministre peut ordonner la préparation et la mise en œuvre d'un plan de réaménagement pour les sites de carrières et sablières, même si ces activités ont débuté avant l'entrée en vigueur du Règlement sur les carrières et sablières. Cette ordonnance doit être précédée d'un avis qui est transmis lorsque le Ministre constate la présence d'un contaminant dans l'environnement.

### **3.1.2 Section IV.1 – Évaluation et examen des impacts sur l'environnement**

À la section IV.1 de la LQE, l'article 31.1 constitue l'assise descriptive des projets assujettis à une étude d'impact sur l'environnement. Il est présenté dans la loi comme suit :

*« Nul ne peut entreprendre une construction, un ouvrage, une activité ou une exploitation ou exécuter des travaux suivant un plan ou un programme, dans les cas prévus par le règlement du gouvernement, sans suivre la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement prévue dans la présente section et obtenir un certificat d'autorisation du gouvernement. »*

Cette définition donne un sens large aux projets pour lesquels une étude d'impact sur l'environnement est obligatoire. C'est par le biais du *Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement* (REEIE) que les projets ciblés sont décrits plus précisément.

Les articles 31.2 à 31.5 mettent en lumière les étapes à réaliser pour une étude d'impact sur l'environnement, du dépôt du projet à l'obtention d'un CA par le requérant. L'initiateur présente son projet au Ministre qui détermine le contenu de l'étude d'impact. Lorsque le Ministre reçoit l'étude d'impacts complétée, il la présente au public pour connaître l'opinion de la population, incluant les gens qui sont contre l'établissement du projet. À n'importe quelle étape, le Ministre peut demander de l'information supplémentaire à l'initiateur du projet s'il juge ne pas être en mesure de rendre un verdict. Enfin, si le Ministre détermine que le projet satisfait aux exigences et que l'étude d'impact est complète à ses yeux, ce projet sera soumis à une demande d'autorisation pour l'obtention d'un CA.

En terminant, l'article 31.6 précise qu'un projet d'établissement d'un lieu d'enfouissement de matières résiduelles peut être soustrait, en totalité ou partiellement, à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts. Cette décision est prise par le gouvernement ou le comité du Ministre si un tel projet nécessite une réalisation plus rapide que l'application de la procédure d'évaluation des impacts. Par contre, l'exploitation d'un lieu d'enfouissement dans cette situation d'urgence ne peut être exercée plus d'un an et une telle décision ne peut être prise qu'une seule fois pour un même site.

### **3.1.3 Section VII – La gestion des matières résiduelles**

Le premier article applicable à la section VII de la LQE est le 53.3 qui montre les objectifs de cette section : la réduction de la production de matières résiduelles, la promotion de la récupération et de la valorisation des matières résiduelles, la diminution de l'élimination et sa gestion sécuritaire, ainsi que la responsabilisation des producteurs face aux effets de leurs produits sur l'environnement. Un des éléments de cet article est en lien avec le sujet de cet essai, celui de la diminution des matières résiduelles allant à l'élimination puisqu'elles seraient intégrées dans un projet de restauration de site.

Par la suite, les articles 55 à 60 portent sur l'établissement d'un lieu d'enfouissement et les modalités à suivre. Le projet d'établissement d'un lieu d'enfouissement doit être présenté et approuvé par le Ministre qui, pour valider son approbation, délivre un CA. Un comité doit être formé afin d'assurer une surveillance et un suivi lors de l'exploitation, de la gestion post-fermeture et de la fermeture. Dans le cas où le Ministre constate des écarts au CA ou à la réglementation régissant les étapes d'exploitation d'un lieu d'enfouissement, il peut ordonner à l'exploitant ou la personne responsable de corriger la situation. De plus, certaines situations de non-conformité peuvent

pousser le Ministre à faire une enquête à la suite de laquelle il pourra obliger une modification des installations d'élimination ou des procédés.

En dernier lieu, les articles 65 et 66 démontrent qu'un lieu d'enfouissement ne peut être transformé à d'autres fins sans l'autorisation du Ministre et que l'établissement d'un lieu d'enfouissement doit impérativement être approuvé par le Ministre. Dans le cas où un lieu d'enfouissement est mis en place sans l'accord du Ministre, l'exploitant doit cesser ses activités et il doit entreposer, traiter ou éliminer dans un lieu autorisé les matières résiduelles.

### **3.1.4 Section VII.1 – Les matières dangereuses**

La section VII.1 de la LQE précise que les matières dangereuses ne devraient pas être utilisées dans la restauration de carrières et sablières selon l'article 70.1 :

*« Le Ministre peut, lorsqu'il est d'avis qu'une matière dangereuse est dans une situation susceptible d'entraîner une atteinte à la santé de l'être humain ou des autres espèces vivantes ou un dommage à l'environnement ou aux biens, ordonner à quiconque a en sa possession la matière dangereuse ou en a la garde de prendre, dans le délai qu'il fixe, les mesures qu'il indique pour empêcher ou diminuer l'atteinte ou le dommage. [...] »*

De par cette allégation, l'utilisation de matières résiduelles dangereuses dans la restauration de site serait susceptible d'endommager l'environnement ou les espèces vivantes incluant les êtres humains. Elle est aussi susceptible d'endommager l'environnement par l'infiltration dans le sol contaminant ainsi une nappe d'eau souterraine.

Le reste de cette section décrit donc le pouvoir du Ministre (face à une personne ayant en sa possession des matières dangereuses), le droit d'ordonnance du Ministre, le registre des matières dangereuses, les demandes de permis et le pouvoir du Ministre par rapport aux matières considérées dangereuses. Il est donc important de comprendre que la réhabilitation d'anciens sites de carrières et sablières ne peut en aucun cas être réalisée avec des matières dangereuses sous peine d'ordonnance du Ministre. Le suivi environnemental serait également important afin d'éviter toutes formes de contamination.

### **3.2 Réglementation sur les carrières et sablières**

C'est à travers le RCS que sont exposés le contenu d'une demande de CA, les modalités de restauration d'une carrière ou d'une sablière en fin d'exploitation, la possibilité de modifier le plan

de réaménagement original et la faisabilité de mettre en place un lieu d'enfouissement sur ce genre de site. Dans ce règlement, les paragraphes j) et k) de l'article 3 précisent que la demande de CA ne doit pas seulement contenir les aspects liés à l'exploitation d'une carrière ou sablière, mais également ce qui adviendra du site à la fin des activités industrielles. La demande de CA doit donc contenir la date de fin des activités d'exploitation en plus d'un plan de réaménagement selon les termes établis dans ce règlement.

Parmi les autres articles du règlement, la section VII comporte les articles 35 à 51. Ceux-ci ont un intérêt certain pour le sujet de l'essai puisqu'ils encadrent la restauration du sol. Selon l'article 36, l'exploitant d'une carrière ou sablière est dans l'obligation de restaurer le site lorsque les activités sont terminées depuis l'entrée en vigueur du RCS. L'article 37 donne les possibilités de contenu du plan de restauration :

- Restauration du couvert végétal
- Remblayage avec restauration de la végétation
- Aménagement avec plan d'eau
- Projet d'aménagement récréatif ou de construction

Dans l'option du remblayage, le règlement mentionne les matières pouvant être utilisées afin d'exécuter les travaux :

- Terre, sable, gravier ou pierre
- Résidus de nature minérale provenant de l'extraction d'agrégats
- Boues générées par un bassin de sédimentation utilisé dans l'extraction de matière minérale
- Particules minérales récupérées dans un système d'épuration de l'air, lors du concassage ou du tamisage d'agrégats

Ces matières ouvrent donc une porte aux matières résiduelles qui pourraient entrer dans l'une ou l'autre des catégories suggérées.

Les articles 38 à 44 expliquent tous les aspects à prendre en considération et les travaux à réaliser pour effectuer la restauration du site comme l'adoucissement des pentes d'une carrière de roc. L'article 43 réfère à la restauration de la couverture végétale qui doit être uniforme afin de recouvrir le sol, la surface de terre ou la matière résiduelle fertilisante. Il faut également que la végétation croisse après la fin des travaux de restauration pendant un minimum deux ans.

Par la suite, l'article 45 prescrit un délai d'un an après la fin des activités dans la réalisation des travaux de restauration si l'exploitant choisit la restauration du couvert végétal contenu dans

l'article 37. Si l'exploitant décide de prendre l'une des trois autres options, il doit également respecter le délai d'un an pour débiter les travaux de restauration. D'autre part, l'article 46 reflète le fait qu'une modification peut être apportée au plan de réaménagement par l'exploitant. Le Ministre doit donc obtenir les nouveaux plans et donner son approbation pour que ce plan devienne l'original.

Pour terminer, l'article 47 est directement associé à la gestion des matières résiduelles comme procédure de restauration. Il est donc permis pour l'exploitant de restaurer le sol d'une carrière ou sablière en établissant un lieu d'enfouissement de matières résiduelles. Cependant, le lieu d'enfouissement doit être mis en place en tenant compte de la Loi sur la qualité de l'environnement et du Règlement sur l'enfouissement et l'incinération des matières résiduelles (REIMR). Tout comme dans les cas d'établissement de lieux d'enfouissement, une demande de CA doit être présentée au Ministre au moins un an avant la fin de l'exploitation. Il est également possible que le Ministre demande une étude d'impact telle que mentionnée dans la LQE.

### **3.3 Réglementation sur les matières résiduelles**

Le règlement principal de cette partie est le *Règlement sur l'enfouissement et l'incinération des matières résiduelles* (REIMR). Un tableau exposant les divers lois et règlements rattachés aux matières résiduelles dangereuses et non dangereuses est également présenté mais ce volet sera traité plus en profondeur au chapitre 4 qui décrit ces catégories de matières.

Dans un premier temps, les articles 8 à 12 du REIMR expliquent les dispositions par rapport à l'acceptation ou non d'un type de matières résiduelles dans un lieu d'enfouissement technique (LET). L'article 16, quant à lui, interdit l'aménagement d'un LET au-dessus d'une nappe libre ayant un potentiel aquifère important. Il n'est pas rare de retrouver une nappe d'eau souterraine près de la surface d'une ancienne carrière ou sablière et le gouvernement prend très au sérieux les risques potentiels de contamination de cette eau (Groleau, 2012). La présence d'eau souterraine près de la surface du sol est l'une des explications associées à la fin des activités d'exploitation d'une carrière ou sablière.

En second lieu, l'article 24 est basé sur l'aménagement d'un LET dans une ancienne carrière de roc ou une mine. Le site désigné pour cet aménagement doit répondre à certains critères comme être à ciel ouvert et être situé au-dessus le niveau d'eau souterraine estimée. Le débit d'infiltration doit aussi être calculé et répondre à la norme fixée par le gouvernement. Les articles suivants, allant de l'article 24 jusqu'à la section 3 du REIMR, relatent les analyses et suivis devant être

effectués pour empêcher toute forme de contamination, les étapes pour mettre en place le comité de vigilance et la gestion nécessaire lors de la fermeture d'un LET.

En troisième lieu, l'article 87 mentionne les endroits où il est encore possible de mettre en place des lieux d'enfouissement en tranchée. Une ancienne carrière ou sablière pourrait s'intégrer aux critères énumérés dans le REIMR mais ces critères ciblent plutôt des régions éloignées et cet essai cible des carrières et sablières près de noyaux villageois ou de zones urbaines. Cependant, la section 5, traitant des lieux d'enfouissement de débris de construction ou de démolition, pourrait avoir un potentiel d'utilisation dans les carrières et sablières. L'article 103 du REIMR fait la mention suivante :

*« Un lieu d'enfouissement de débris de construction ou de démolition visé au second alinéa de l'article 102 ne peut être établi ou agrandi qu'à des fins de remplissage d'une carrière ou sablière au sens du Règlement sur les carrières et sablières dont la profondeur permet l'enfouissement des ces débris sur une épaisseur moyenne d'au moins 3 m.*

*Seuls des débris de construction ou de démolition au sens de l'Article 101 du présent règlement peuvent être éliminés par enfouissement dans un lieu visé au premier alinéa. »*

L'article 101 énumère les matériaux permis (bois, plâtre, béton, verre, textile, etc.) dans ce genre de lieu d'enfouissement et l'article 102 présente les lignes directrices sur les sites où il est interdit d'établir un lieu d'enfouissement de débris de construction ou de démolition. Pour officialiser l'établissement d'un tel lieu d'enfouissement, l'exploitant doit essentiellement obtenir un CA (article 146 et 147).

Finalement, le tableau 3.1 dresse la liste des lois et règlements attribués aux matières dangereuses et non dangereuses. Ce tableau ne présente pas d'explication détaillée pour chaque loi et règlement, mais se veut plutôt un aide-mémoire de la législation à prendre en considération lorsqu'il est question de matières résiduelles, dangereuses ou non.



**Tableau 3.1 – Cadre législatif des matières résiduelles dangereuses et non dangereuses  
(inspiré du MDDEP, 2002c)**

<b>Matières dangereuses</b>	<b>Matières non dangereuses</b>	<b>Lois et règlements en commun</b>
Règlement sur les matières dangereuses	Loi modifiant la LQE et d'autres dispositions législatives concernant la gestion de matières résiduelles (Projet de loi 90)	LQE
Règlement sur la qualité de l'atmosphère	Loi modifiant la LQE (Projet de loi 25)	Règlement sur la qualité de l'atmosphère
	Loi modifiant la LQE et la Loi sur la société québécoise de récupération et de recyclage (Projet de loi 102)	Règlement sur la récupération et la valorisation des contenants de peinture et des peintures mis au rebut
	Loi modifiant la LQE et d'autres dispositions législatives (Projet de loi 130)	REEIE
	Loi sur la Société québécoise de récupération et de recyclage	Règlement sur la récupération et la valorisation des huiles usagées, des contenants d'huile ou de fluide et des filtres usagés
	Loi sur la vente et la distribution de bière et de boissons gazeuses dans des contenants à remplissage unique	
	Règlement sur la compensation pour les services municipaux fournis en vue d'assurer la récupération et la valorisation des matières résiduelles	
	Règlement sur la récupération et la valorisation de produits d'entreprise	
	Règlement sur l'entreposage des pneus hors d'usage	
	REIMR	
	Règlement sur le réemploi des contenants d'eau de plus de 8 litres	
	Règlement sur les déchets solides	
	Règlement sur les permis de distribution de bière et de boissons gazeuses	
	Règlement sur les redevances exigibles pour l'élimination de matières résiduelles	

### **3.4 Réglementation sur les études d'impacts**

Le Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement (REEIE) doit être mentionné puisque les travaux de restauration d'une carrière ou sablière peuvent être assujettis à cet examen. L'article 2 fait voir les projets pour lesquels une étude d'impact sur l'environnement doit être réalisée. À l'exception de certains projets de construction qui pourraient être exécutés sur le site après la restauration, l'établissement d'un LET doit faire l'objet d'une évaluation des impacts.

Tous les autres articles sont applicables à n'importe quel projet qui est sujet à une étude des impacts sur l'environnement. Les articles 3 à 5 portent sur les étapes de préparation d'une étude d'impact. Au point de vue des articles 6 à 16, il est question de la transmission de l'information au public et des droits qu'ont les personnes intéressées par le projet à se manifester s'ils ont des réticences. Les derniers articles exposent les délais applicables à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts et les dispositions finales d'application sur les territoires visés.

### **3.5 Programmes et guides gouvernementaux**

Les programmes, guides, politiques et lignes directrices présentés dans ce volet touchent, pour la majorité, à certains aspects seulement du sujet d'essai. Des liens peuvent aussi être établis entre les travaux de restauration de carrières et sablières, et les documents énumérés. Pour chacun des divers documents, une description générale et brève du contenu est mentionnée, ainsi que les liens à faire avec l'essai.

#### **3.5.1 Réhabilitation des carrières et sablières**

Ce guide de réhabilitation des carrières et sablières, élaboré et publié en 1984 par le ministère de l'Environnement, est un outil qui s'adresse aux exploitants de carrières et sablières (Ministère de l'Environnement, 1984). L'objectif était de sensibiliser les exploitants aux répercussions de leurs activités sur l'environnement, et ce, même si les activités ont complètement cessé. Ce guide reprend donc plusieurs aspects connexes à la LQE et au *Règlement sur les carrières et sablières* au niveau de la restauration de ces sites. Malgré sa date de création ancienne, il reste tout de même un outil pertinent.

Les premières composantes portent sur l'impact d'un ancien site de carrière ou sablière non restauré sur la qualité de l'environnement et les dangers pour la sécurité publique. Par la suite, il est question au chapitre 4 du guide de restauration des lieux : les techniques et subtilités de la mise

en forme (aplanissement et adoucissement des pentes), la reconstitution du sol et la remise en végétation. À la fin du chapitre 4 de ce guide, un tableau indique les espèces de plantes recommandées et des images de technique d'ensemencement et de plantation sont illustrées.

À la fin du guide se trouvent les différents aménagements proposés par le gouvernement de l'époque. Les aménagements de cet essai, décrits au chapitre 5, sont basés en partie sur ce segment du document. Il est essentiel avant de déterminer la vocation d'un site de connaître le potentiel pour chaque aménagement existant. Le document explique par la suite la mise en place de chaque aménagement et les éléments à tenir en compte dans l'élaboration du projet, comme la qualité de l'eau.

### **3.5.2 Valorisation des matières résiduelles fertilisantes**

Ce guide de valorisation des matières résiduelles fertilisantes (MRF) pourrait être utile puisque plusieurs des projets présentés au chapitre 2 comportaient l'épandage ou l'amendement à l'aide de MRF à la surface du sol pour permettre la reprise de la végétation sur le site. Ce guide définit tout d'abord ce que sont les MRF en combinant la définition des matières résiduelles (telle que présentée dans la LQE) et la signification du terme « matières fertilisante » (Ministère de l'Environnement, 2012). Ces matières peuvent être des biosolides, des boues provenant des traitements primaires et secondaires des eaux usées, des amendements calciques ou magnésiens (ACM) comme des cendres, des boues de chaux de papetières, des coquilles d'œufs, etc. (*ib.*). Par la suite, l'utilisation possible pour chaque MRF est précisée, comme l'épandage direct, le compostage, la fabrication de terreaux, la végétalisation de lieux dégradés, etc. (*ib.*).

Finalement, les principaux intervenants rattachés aux MRF, les activités nécessitant un CA pour l'utilisation de MRF, le contenu d'une demande de CA et les analyses requises avant l'utilisation des MRF sont énumérées afin d'assurer que l'épandage n'endommagera pas la qualité de l'environnement ou la santé des êtres vivants. La valeur environnementale des MRF est d'ailleurs basée sur quatre catégories : les contaminants chimiques, les agents pathogènes, les odeurs et les corps étrangers (*ib.*) Les aspects soulevés dans cette portion sont ceux pouvant se rattacher à l'intégration de MRF dans la réhabilitation de carrières et sablières. Ce guide comprend une portion rattachée à la végétalisation de lieux dégradés dont font partie les carrières et sablières.

### **3.5.3 Gestion de béton, brique et asphalte**

Ce document de lignes directrices a été conçu par la MDDEP pour encourager la mise en valeur des résidus de béton, de brique et d'asphalte, en plus d'autres matières résiduelles de nature industrielle provenant du secteur de la construction et démolition (MDDEP, 2009). Ce guide s'intègre dans une des visions que le gouvernement véhicule par le biais de sa *Politique de gestion des matières résiduelles* : le détournement de matières résiduelles de l'enfouissement. Le document contient plusieurs chapitres, mais ce ne sont que ceux sur la caractérisation et le classement des matériaux, ainsi que les utilisations permises, qui ont un lien avec le sujet de cet essai.

Tout d'abord, chaque matière résiduelle est présentée et une liste des contaminants possible par matière est énumérée. Pour assurer la conformité, et donc la neutralité des matières, les aspects d'analyses et d'échantillonnages sont soulevés. De par ces analyses, chaque matière est incluse dans une catégorie précise allant de la catégorie 1 à 4.

Par la suite, un tableau affiche les utilisations possibles des matériaux industriels visés par le document avec les catégories acceptées pour l'utilisation décrite. La restauration de carrières et sablières fait partie des utilisations possibles pour les matériaux provenant des activités de pierre de taille. Les catégories acceptées sont les deux premières qui ont des critères beaucoup plus sévère que les catégories suivantes au niveau de la contamination possible. Les résidus de pierre de taille peuvent être des croûtes, des retailles ainsi que des boues décantées et séchées.

Bref, ce document est intéressant pour le sujet de cet essai puisqu'il démontre une méthode d'utilisation de matières résiduelles dans la restauration de carrières et sablières. De plus, ce document, ayant été créé par le gouvernement, démontre son acceptation et son intérêt vis-à-vis de tels projets.

### **3.5.4 Réalisation d'une étude d'impact**

Pour faciliter la réalisation des diverses études d'impact pouvant être exigées par le gouvernement, ce dernier a outillé les exécutants de ces études d'un guide de réalisation et de directives types (MDDEP 2002d). Ces directives types sont aussi diversifiées que les projets assujettis contenus dans le REEIE.

D'une part, le *Guide de réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement* est divisé en trois parties : l'introduction, le contenu de l'étude d'impacts et la présentation de l'étude d'impact (MDDEP, 2002e). Le volet portant sur l'introduction explique les caractéristiques d'une étude d'impact, débutant par son utilité jusqu'à l'établissement des critères de sélection. La section du contenu inclut la mise en contexte du projet, une description du milieu récepteur et du projet, une analyse des impacts en incluant des mesures d'atténuation, la gestion des risques d'accident, et les mesures de surveillance et de suivi. Le dernier segment établit les exigences afférentes à la manière dont doit être présentée l'étude d'impacts, aux renseignements qui doivent être dévoilés, aux exigences de rédaction et à toutes autres exigences du Ministère.

D'autre part, la directive retenue est la *Directive pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet de lieu d'enfouissement technique* (MDDEP, 2002d). Cette directive est un outil comprenant les éléments d'une étude d'impacts à considérer pour l'établissement d'un LET. La composition est semblable d'une directive à l'autre, mais les aspects propres au projet de LET comme la raison d'être, les impacts, la gestion post-fermeture et le suivi comportent des explications plus pointues (MDDEP, 2010). Tous les éléments d'une étude d'impact devant être considérés lors de la réalisation sont inclus et peuvent mener à des réflexions ou des options non envisagées au départ.

### **3.5.5 Politique québécoise de gestion des matières résiduelles**

La nouvelle *Politique de gestion des matières résiduelles* créée par le gouvernement du Québec et son Plan d'action ayant une portée de 2011 à 2015 n'a pas de lien direct avec la restauration des carrières et sablières telle que présentée dans cet essai. Par contre, le concept de restauration proposé s'intègre bien dans la nouvelle politique, puisqu'il aiderait l'atteinte de certains objectifs. En élaborant cette politique, le gouvernement a voulu intégrer l'approche du DD et créer une opportunité vers un nouveau marché dit « vert », le tout en adoptant un comportement respectueux envers l'environnement (MDDEP, 2011).

Tout d'abord, le gouvernement a ciblé un grand objectif visant l'élimination d'une seule matière : le résidu ultime (*ib.*). Ce terme signifie que la matière résiduelle n'a plus aucune utilité (valorisation, recyclage, etc.) et que sa seule avenue est l'élimination. Le gouvernement québécois a cerné trois enjeux sur lesquels il voulait axer ses interventions (*ib.*) :

- Mettre un terme au gaspillage des ressources.
- Contribuer à l'atteinte des objectifs du plan d'action sur les changements climatiques et de ceux de la stratégie énergétique du Québec.

- Responsabiliser l'ensemble des acteurs concernés par la gestion des matières résiduelles.

Dans l'optique d'atteindre son grand objectif et d'améliorer la situation des enjeux retenus, le gouvernement a établi un plan d'action dans lequel la restauration de carrières et sablières avec des matières résiduelles pourrait s'intégrer.

Enfin, le plan d'action s'étale sur un court laps de temps, ce qui implique qu'il faut trouver de nouvelles solutions efficaces pour améliorer la gestion des matières résiduelles au Québec. Le modèle général de restauration proposé peut être lié à deux objectifs du plan d'action, le recyclage de la matière organique putrescible résiduelle et la valorisation des résidus de béton, de brique et d'asphalte (MDDEP, 2011). L'utilisation de ces matières dans la restauration des sites permettrait de diminuer l'élimination des matières résiduelles, d'aider dans l'atteinte de ces objectifs et de diminuer l'utilisation de matières premières.

### **3.5.6 Construction sur un lieu désaffecté**

Le *Guide relatif à la construction sur un lieu d'élimination désaffecté* aborde deux situations : une carrière ou sablière abandonnée comblée par des matières résiduelles ou une nouvelle carrière ou sablière vouée à devenir un LET. Une fois l'espace rempli par des matières résiduelles, il faut savoir ce qui est permis comme aménagement et les étapes à suivre pour réaliser ce genre de projet.

Le guide présente donc tous les éléments à considérer lorsqu'un exploitant désire aménager un projet sur un LET fermé. Les articles de la LQE à prendre en compte sont présentés (art. 22 à 65), en plus des risques rattachés à l'aménagement et des études à réaliser (MDDEP, 2005). Un projet d'aménagement sur un ancien LET doit préalablement être approuvé par le Ministre qui aura étudié le projet en profondeur auparavant. Le cas de l'ancienne carrière Miron exposé au chapitre 2 de cet essai est un bon exemple de projet ayant dû faire le processus décrit dans le guide. À la suite des activités d'enfouissement, le site a été restauré et deviendra un grand parc.

## 4 CATÉGORIES DE MATIÈRES RÉSIDUELLES

Ce chapitre met en lumière les différences entre les matières résiduelles dangereuses et les matières résiduelles. Pour bien comprendre ce qu'est une matière résiduelle, il faut connaître sa définition présentée à l'article 1, paragraphe 11 de la LQE :

*« [...] tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau ou produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que le détenteur destine à l'abandon. [...] »*

Il existe plusieurs grandes catégories servant à la classification des différentes matières résiduelles qu'il est possible de retrouver (Olivier, 2010a) :

- Résidus biomédicaux
- Résidus dangereux
- Résidus radioactifs
- Résidus de fabriques de pâtes et papiers
- Résidus inorganiques
- Résidus miniers
- Résidus organiques
- Pneus hors d'usage
- Résidus solides

Il n'est pas possible pour le moment d'utiliser des matières dangereuses dans la restauration d'une carrière ou sablière, seuls des matériaux n'ayant pas de conséquence négative pour la santé des êtres vivants et pour l'environnement peuvent être employés sous l'autorisation du MDDEP (Groleau, 2012). Néanmoins, chacune des classifications mentionnées ci-haut peut contenir des matières dangereuses en vertu du *Règlement sur les matières dangereuses* (RMD). La première section traite des matières résiduelles potentiellement non dangereuses, les modes de gestion priorités et les utilités possibles dans la restauration d'une carrière ou sablière. La deuxième et dernière partie expose les matières résiduelles dangereuses par la présentation des lignes directrices du RMD.

### 4.1 Matières résiduelles non dangereuses

Il est complexe de déterminer si une matière est dangereuse ou non puisque toute matière considérée comme non dangereuse peut le devenir si elle est assimilée à une matière dangereuse.

La première moitié de ce volet porte sur l'énumération des matières résiduelles non dangereuses qui auraient le potentiel d'être utilisées dans la restauration de carrières et sablières, ainsi que les modes de gestion privilégiés pour ces matières. La seconde moitié présente les utilisations possibles des matières résiduelles non dangereuses dans la restauration des carrières et sablières.

#### **4.1.1 Liste potentielle de matières non dangereuses et leur gestion**

Cette liste potentielle de matières résiduelles, caractérisées comme non dangereuses, est issue de diverses sources. Sept grandes catégories de matières sont ressorties de ces observations. Les matières résiduelles ciblées pour chacune des grandes catégories sont exposées, en plus de modes de gestion actuellement associés à ces matières.

En premier lieu, les résidus provenant du secteur d'activité des pâtes et papiers qui semblent avoir un potentiel dans la restauration de carrières et sablières sont les écorces, les résidus de bois, les cendres d'installations de combustion et les boues de traitement des eaux usées (Olivier, 2010b). Les papiers et cartons font partie des résidus de pâtes et papiers, mais le recyclage est l'avenue privilégiée de ces résidus. La majorité des autres résidus de ce secteur ont un potentiel de dangerosité suffisamment élevé pour qu'ils soient exclus. Selon la LQE, ces résidus ont deux allées possibles : l'enfouissement ou la valorisation. Les résidus d'écorces et de bois sont généralement utilisés comme source énergétique par la combustion (Bélanger, 2011). Les cendres résultant de l'incinération peuvent être enfouies ou jumelées à des MRF pour améliorer la reprise de végétation (CEDFOB, 2007). Les boues provenant du système de traitement des eaux usées doivent être pressées afin d'avoir une siccité (déshydratation) permise pour l'épandage (Bélanger, 2011). Dans le traitement des eaux usées, des nutriments sont ajoutés aux boues pour permettre une meilleure activation des microorganismes et ainsi élimination des contaminants.

En deuxième lieu, les boues organiques proviennent de trois sources : urbaine, industrielle et agricole (Olivier, 2010b). Chacune de ces boues a une composition différente mais elles servent toutes à augmenter le pouvoir fertilisant d'un sol. Toutefois, il semble exister encore de nos jours une méconnaissance en lien avec les boues organiques menant à une crainte d'utiliser ces produits. Les boues urbaines, à l'exception des boues provenant des fosses septiques, servent d'amendement agricole au cocompostage et sont de plus susceptibles d'être transformées en granulats secs pour la fertilisation du sol. Les boues industrielles sont également efficaces pour la fertilisation du sol après leur traitement. Ces boues peuvent provenir du milieu agroalimentaire, comme l'entreprise Agropur, à son usine de Notre-Dame-du-Bon-Conseil, qui vend une partie importante de ces boues pour l'épandage agricole (Laperrière, 2011). Les boues d'origine agricole







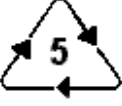


comme les fumiers ne sont pas, comparativement aux deux autres groupes, des MRF. Cependant, elles peuvent être épandues, enfouies, incinérées ou compostées (Olivier, 2010b).

En troisième lieu, puisqu'il existe un projet de restauration d'une carrière en utilisant des pneus usagés en France, il pourrait être intéressant de considérer cette avenue pour le Québec. Plusieurs tests devront être effectués afin de s'assurer que les pneus hors d'usage ne sont pas des matières dangereuses. Pour le moment, les pneus hors d'usage sont régis par le *Règlement sur l'entreposage des pneus hors d'usage*, dans lequel les carrières et sablières ne font pas partie des endroits acceptés pour un dépôt définitif de cette matière. Les transformations possibles de cette matière résiduelle sont le remoulage pour permettre une réutilisation, le recyclage du pneu après déchiquetage et la valorisation énergétique par la combustion (Recyc-Québec, 2009).

En quatrième lieu, le marché du verre recyclé n'est pas en très bonne santé au Québec. Les recycleurs ne paient pratiquement rien pour prendre en charge et transformer cette matière. De plus, le nombre de producteurs de verre est en baisse puisque ce marché est beaucoup moins intéressant de nos jours (Olivier, 2010c). Une des explications de cette chute importante est l'introduction massive de contenants en plastique, un produit beaucoup plus léger que le verre. Il existe deux types de verre : creux et plat; dont seul le verre creux, majoritairement employé dans l'industrie alimentaire, est autorisé dans les collectes sélectives municipales (Recyc-Québec, 2010). Une partie de ce verre creux est régie par le système de consignation privée géré par l'industrie brassicole. Il est question de la récupération des bouteilles de bière à remplissage multiple : les bouteilles de bière brunes. Sinon, le reste du verre est lavé, concassé, fondu et remoulé (*ib.*). Afin de garder un produit facilement recyclable, le verre est divisé par couleur puisque la demande pour le verre mélangé est en baisse (Olivier, 2010c).

En cinquième lieu, le plastique comprend une catégorie consignée (bouteilles de boissons gazeuses) et non consignée comme pour le verre. Les bouteilles consignées sont récupérées et recyclées par les entreprises de boissons gazeuses. Le plastique dans la catégorie non consigné est divisé en sept grandes familles, exposées au tableau 4.1, qui ont des caractéristiques différentes.

**Tableau 4.1 – Principales catégories des plastiques (tiré de Recyc-Québec, 2010a)**

Code	Nom	Exemples d'utilisations
	Polyéthylène téréphtalate (PET)	Bouteilles d'eau de source, bouteilles de boissons gazeuses, pots de beurre d'arachides.
	Polyéthylène haute densité (PEhd)	Bouteilles de shampoing, bouteille de détergent à lessive, contenant de lait.
	Polychlorure de vinyle (PVC)	Boyaux d'arrosage, cadres de fenêtres, stores.
	Polyéthylène basse densité (PEbd)	Sacs d'emplettes, pellicules d'emballage, sacs à ordures.
	Polypropylène (PP)	Contenants à margarines, contenant de yogourt, bouchons de bouteilles.
	Polystyrène (PS)	Expansé : barquettes de viandes, matériel de protection, verres à café. Non expansé : barquettes de champignons, petits contenants de lait ou de crème à café, ustensiles.
	Autres : variété de résines, matériaux composites	Bouteille d'eau 18 litres réutilisables.

Le plastique est donc récupéré pour le recyclage mais ce ne sont pas toutes les catégories de plastiques qui sont recyclées partout. La catégorie six n'est pas régulièrement recyclée car l'énergie dépensée est trop grande pour la quantité de produits recyclés en fin de transformation. Le plastique peut être recyclé de quatre manières : conventionnelle, en vrac, chimique et thermique (*ib.*). La manière conventionnelle exige un tri sévère des différentes catégories de plastique. La méthode en vrac intègre tous les plastiques à la fois pour la transformation. Le recyclage chimique et thermique mène à la transformation du plastique en monomères ou en pétrole.

En sixième lieu, les matières organiques provenant de résidus verts (gazon, plantes, arbres, etc.) ou de résidus alimentaires composent une grande partie des matières résiduelles des pays développés comme le Québec. Leur principale vocation, lorsque ces matières ne se retrouvent pas dans les lieux d'enfouissement, reste le compostage (Recyc-Québec 2010b). Cette valorisation des

matières organiques permet de donner une valeur fertilisante à ce type de résidus. Les matières organiques peuvent inclure les boues présentées précédemment, mais elles sont volontairement exposées séparément en raison de la gestion et du traitement qui sont différents.

Finalement, les résidus de construction, de rénovation et de démolition (CRD) sont très diversifiés. Ces matières, lorsqu'elles sont considérées comme non dangereuses, peuvent être associées à plusieurs utilisations différentes. Les matières résiduelles retenues sont les suivantes (Olivier, 2010d) :

- Terre
- Bois (souches, sciures, copeaux, palettes)
- Gravier
- Résidus de maçonnerie (briques, pierres)
- Ciment et béton
- Gravats et plâtre
- Céramique

En général, ces matériaux peuvent être utilisés comme matériaux de remblais, être transformés en agrégats pour être réintroduits dans la production de matériaux similaires, servir de matériaux pour le compostage, servir de matériaux combustibles, être introduits dans les travaux d'aménagement paysager, etc. (Recyc-Québec, 2009a). Les utilisations possibles sont nombreuses et les résidus de ce secteur sont de plus en plus ciblés dans les actions de valorisation.

#### **4.1.2 Utilisations possibles dans les carrières et sablières**

Toutes les matières résiduelles considérées comme non dangereuses et énumérées dans la section précédente ont trois modes d'utilisations possibles dans les activités de restauration d'une carrière ou sablière : le remplissage pour niveler le site, le remplissage plus en surface pour favoriser l'infiltration de l'eau et épandage ou amendement au sol de surface pour permettre une reprise de la végétation.

Tout d'abord, la matière visée pour favoriser l'infiltration de l'eau dans le sol en surface est le verre concassé. Cette utilisation est certes une hypothèse, mais l'intégration de verre en surface pourrait permettre à l'eau et aux nutriments de pénétrer plus en profondeur et les rendrait peut-être assimilable plus facilement par les plantes, surtout si la couche inférieure est plus compacte et permet une rétention au niveau des racines. Cette hypothèse pourrait éventuellement être vérifiée

par un projet pilote. Parallèlement, il faudrait évaluer les risques pour la sécurité des usagers qui pourraient se blesser avec le verre mis trop près de la surface du sol.

Ensuite, les matières fertilisantes pourraient être utilisées en surface du sol remis à niveau. Ces matières permettraient l'utilisation de la terre moins riche au départ et le mélange des deux matières deviendrait le lieu adéquat pour la croissance des végétaux plantés. Ces matières comme le compost, les boues de pâtes et papiers, ainsi que les autres boues organiques serviraient à réaliser ces travaux de revégétalisation.

Finalement, toutes les autres matières auraient un potentiel d'être utilisé comme matière de remblayage, à l'adoucissement des pentes et à combler l'espace laissé par les activités d'extraction. Par contre, les matières résiduelles ne peuvent pas, selon la réglementation en place, être utilisées en totalité pour ce genre de travaux, surtout puisque certaines matières comme le ciment sont des bases pouvant modifier le pH du sol (Groleau, 2012). Il y aurait probablement une opportunité de mélanger plusieurs matières à la fois dans la restauration d'un même site afin d'atténuer ou de neutraliser les impacts négatifs d'un matériau unique.

## **4.2 Lien avec les matières dangereuses**

Au Québec, il n'existe aucune liste exhaustive répertoriant les matières dangereuses puisque le contenu du RMD rend cette tâche ardue. Cela s'explique par le fait que les matières lixiviables peuvent s'appliquer à une panoplie de matières résiduelles dans une situation précise (présentée ci-dessous) et par le fait que toute autre matière assimilée à une matière dangereuse est considérée comme telle. Au départ, le RMD sera exposé brièvement, suivi des liens existant entre le Système d'Information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) et le *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses* (RTMD).

### **4.2.1 Le règlement en bref**

Le RMD n'est pas présenté en totalité dans cette section seules les parties importantes pour définir une matière dangereuse et pouvant s'appliquer à l'essai ont été retenues. La définition d'une matière dangereuse est décrite dans la LQE, au paragraphe 21 de l'article 1 :

*« [...] toute matière qui, en raison de ses propriétés, présente un danger pour la santé ou l'environnement et qui est, au sens des règlements pris en application de la présente loi, explosive, gazeuse, inflammable, toxique, radioactive, corrosive,*

*comburante ou lixiviable, ainsi que toute matière ou objet assimilé à une matière dangereuse selon les règlements. [...] »*

À cette définition doivent être ajoutées les caractéristiques d'une matière résiduelle afin d'établir la description exacte d'une matière résiduelle dangereuse. La définition d'une matière dangereuse a un lien direct avec les propriétés des différentes matières dangereuses ciblées à l'article 3 du RMD. Cependant, avant d'énumérer et de préciser ces propriétés, il est nécessaire de connaître les matières exclues, soit parce qu'elles sont régies par un autre cadre légal, soit que leur impact sur la santé ou l'environnement a été considéré comme négligeable. Les matières exclues en vertu de l'article 2 du RMD sont les suivantes :

- sols contaminés, à l'exception des sols contenant plus de 50 mg de biphényles polychlorés (BPC) par kg de sol;
- matériaux de construction, démantèlement ou rénovation;
- ferraille ou autres objets métalliques;
- tissus;
- déchets biomédicaux;
- matières résiduelles de fabriques de pâtes et papiers;
- pesticides, et leurs bouillies et rinçures;
- eaux usées;
- résidus miniers et les boues de traitement des effluents de ce secteur;
- matériaux de travaux de dragage;
- neiges usées;
- matières radioactives rencontrant les exigences de sûreté nucléaire relative à l'enfouissement;
- béton bitumineux, bardeau d'asphalte, plastique solide, caoutchouc solide et amiante;
- boues de fosses septiques et boues de traitements municipales;
- résidus de puits d'accès souterrain, de puisard de rue ou de lave-auto;
- purins et fumiers;
- bois traité;
- résidus de déchiquetage des carcasses de véhicules automobiles;
- détecteurs de fumée;
- cendres ou résidus d'une installation d'incinération.

Par la suite, l'article 3 du RMD établit huit propriétés déterminant qu'une matière est dangereuse ; elle doit avoir l'une des propriétés suivantes : comburante, corrosive, explosive, gazeuse, inflammable, lixiviable, radioactive ou toxique. L'ensemble des matériaux touchés par ces

propriétés, à l'exception de matières assimilées par une autre, ne peut être rattaché à la restauration de carrières et sablières, puisque les matières utilisées devront être solides ou semi-solides, ou puisqu'elles sont régies par une autre réglementation. Selon le RMD, une matière comburante est une matière qui provoque ou favorise la combustion d'une autre matière par la libération d'une matière oxydante. Une matière corrosive possède, lorsqu'elle est analysée, un pH inférieur à 2 ou supérieur à 12,5. Une matière gazeuse est un gaz comprimé dans un contenant, donc sous pression. Une matière inflammable peut être liquide, solide ou gazeuse, comme un solide libérant un gaz inflammable lorsqu'il est en contact avec l'eau, et qui a un point d'éclair égal ou inférieur à 61 °C. Une matière lixiviable est soit un liquide dépassant les normes de concentration de contaminants, soit un solide qui, lorsqu'il est mis à l'essai, produit un lixiviat avec une concentration de contaminants supérieure aux normes. Une matière considérée comme radioactive dit émettre des rayonnements ionisants spontanément aux dessus des normes établies. Pour terminer, les matières toxiques sont celles qui contiennent plus de 250 mg/kg de cyanure d'hydrogène (HCN), plus de 500 mg/kg de sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S), plus de 5 µg/kg de polychlorodibenzofuranes ou de polychlorodibenzo dioxines, ou tout simplement être désigné par la réglementation comme matière dangereuse.

Ensuite, l'article 4 du RMD expose une énumération des matières qui ont le potentiel d'être assimilées à une matière dangereuse, à l'exception des halocarbures qui sont régis par le *Règlement sur les halocarbures*. Ces matières assimilées peuvent être des contenants, des huiles minérales ou synthétiques, des graisses, des contenants aérosol, etc. De la même manière, l'article 6 liste les matières jugées dangereuses en vertu de la LQE et en fonction de secteurs d'activités précis comme les matières provenant de l'incinération de matières dangereuses, les combustibles constitués de matières dangereuses, etc.

Subséquent, l'article 8 compose avec les dispositions générales du RMD qui établit, entre autres, qu'il est interdit de déposer des matières dangereuses dans l'environnement, à l'exception des réalisations conformes à la LQE. Le dépôt des matières résiduelles dangereuses dans une carrière ou sablière n'est pas accepté aux yeux de la LQE. L'annexe 4 du RMD présente une liste non exhaustive, mais relativement complète, des matières considérées comme dangereuses en vertu de la réglementation.

Finalement, le chapitre 5 du RMD porte sur les lieux de dépôt définitif de matières dangereuses et les caractéristiques précises que doivent avoir ces sites. Les carrières et sablières ne sont pas conformes au niveau de l'étanchéité de la surface qui accueilleraient les matières dangereuses et au niveau de la sécurité. Selon M. Guy Groleau, analyste et chimiste au MDDEP de la région de la

Mauricie, les matières pouvant être acceptées dans ces sites sont des matières inertes (Groleau, 2012). De plus, l'eau souterraine étant près de la surface, il y a un risque important de contamination qui n'est pas souhaité. Il y aurait peut-être une possibilité de rendre ces sites conformes à l'établissement de lieu d'enfouissement de matières résiduelles dangereuses, mais l'aménagement est complexe et les chances que le projet soit accepté au MDDEP sont faibles compte tenu de la réglementation sévère.

#### **4.2.2 Liens avec le SIMDUT et le RTMD**









Le SIMDUT, le RTMD et le RMD sont directement liés les uns aux autres par l'uniformisation des classes de matières résiduelles élaborées. De plus, ces trois éléments se complètent au point de vue du contenu informatif.

D'une part, le RTMD établit les normes régissant le transport de matières dangereuses au Canada. Le RMD est coordonné avec le RTMD pour les caractéristiques attribuables aux matières dangereuses, expliquées à l'article 3 du RMD, puisqu'elles sont harmonisées les unes envers les autres (Transport Canada, 2012). Il s'agit des caractéristiques de matières explosives, gazeuses, comburantes, inflammables, toxiques, lixiviables, radioactives ou corrosives. De plus, lorsqu'il est question d'un lieu de dépôt définitif de matières résiduelles dangereuses, un permis d'autorisation pour le transport de marchandises dangereuses doit être accordé à l'exploitant en vertu du RTMD.

D'autre part, le SIMDUT est un système d'information pancanadien qui définit les responsabilités des fournisseurs, des employeurs et des travailleurs vis-à-vis les matières dangereuses utilisées dans le milieu de travail (CSST, 2000). Il établit une codification, ainsi que des informations contenues sur des fiches signalétiques qui sont reliées au RMD. Le SIMDUT constitue une source d'information importante facilitant la classification des matières dangereuses. Le tableau 4.2 relate les différentes classes utilisées par le SIMDUT et leur signification.

Finalement, le RMD présente certes une liste de matières dangereuses à l'annexe 4, mais elle n'est pas totalement complète. La liste des classes du RTMD peut être consultée afin de compléter le tableau de l'annexe 4 pour être en mesure de bien classer les matières dangereuses (MDDEP, 2002f).

**Tableau 4.2 – Classification des matières dangereuses selon le SIMDUT (tiré de CSST, 2000)**

Représentation graphique	Catégories
	A - Gaz comprimé
	B – Matières inflammables et combustibles B1 : Gaz inflammables      B4 : Solides inflammables B2 : Liquides inflammables      B5 : Aérosols inflammables B3 : Liquides combustibles      B6 : Matières réactives inflammables
	C - Matières comburantes
	D1 - Matières toxiques ayant des effets immédiats graves
	D2- Matières toxiques ayant d'autres effets
	D3 - Matières infectieuses
	E - Matières corrosives
	F - Matières dangereusement réactives



## **5 AMÉNAGEMENTS POSSIBLES**

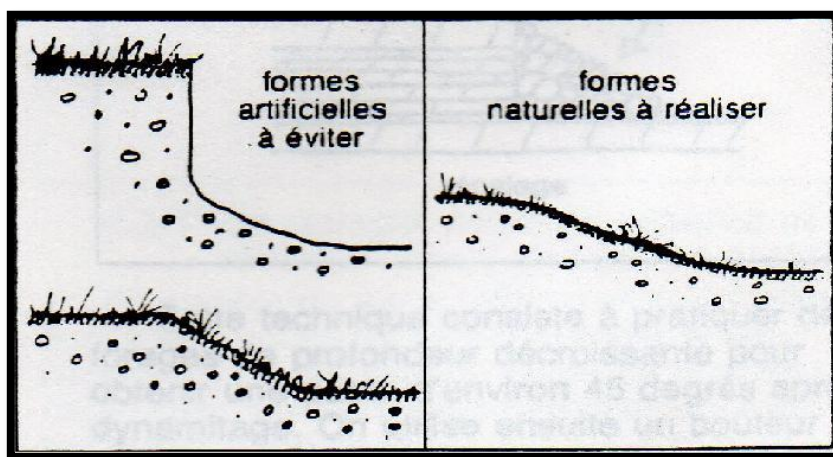
Ce chapitre contient un aperçu, et non une liste détaillée, des aménagements qu'il est possible de réaliser sur le site restauré d'une ancienne carrière ou sablière. Ces aménagements ont été regroupés au sein de grandes familles qui seront réutilisées dans l'analyse des propositions d'aménagements du chapitre 6. L'intégration de matières résiduelles est soulignée pour chaque possibilité d'aménagement. Tout d'abord, les travaux et éléments à considérer avant l'établissement d'un aménagement sont abordés, tels que la détermination de la vocation du site. Par la suite, divers aménagements sont présentés : naturels, récréatifs, constructions diverses, aménagements avec plan d'eau, etc. Finalement, des exemples d'aménagements à vocation mixte sont exposés.

### **5.1 Considérations préliminaires à l'aménagement**

Les considérations préliminaires comprennent les travaux de restauration de base avant la mise en place d'un aménagement et la détermination de la vocation du site une fois restauré. Les travaux de restauration sont composés de trois actions : le nettoyage du site, le régalage du site et la reconstitution du sol.

Le nettoyage du site est la première action à réaliser lors des travaux de restauration. Cette action est simple et consiste à enlever tous les débris et matières résiduelles restant sur le site avant de procéder à l'étape du régalage. Le nettoyage est en lien avec l'article 44 du RCS qui mentionne que la carrière ou sablière restaurée doit être libre de toutes matières résiduelles. Pourtant, certaines matières résiduelles pourraient rester en place et servir aux travaux de régalage du site comme ce fut le cas pour l'entreprise Austral Bricks en Australie (Golder, 2012c). Les matières résiduelles provenant des activités d'extraction et les débris de brique ont servi à la restauration du site en vue d'une construction résidentielle future. Néanmoins, les matières résiduelles laissées sur place pour la restauration doivent être approuvées par le MDDEP et ne doivent en aucun cas porter atteinte à l'environnement ou aux êtres vivants. Éviter la contamination d'une nappe d'eau souterraine est d'ailleurs une priorité gouvernementale dans la restauration des carrières et sablières d'autant plus que la surface du sol, à la fin l'exploitation, s'est grandement rapprochée du niveau de l'eau souterraine (Longpré, 2012). Cet essai ne présente pas les modalités liées à la restauration d'anciennes carrières ou sablières dont le sol est contaminé, mais cet élément supplémentaire mènerait à des travaux additionnels à ceux déjà expliqués.

Par la suite, le régalinge du site consiste à adoucir les pentes et niveler le terrain afin d'éviter les accidents et d'augmenter la sécurité du site, en plus de faciliter les aménagements par la suite. De plus, la stabilisation des pentes du site permet de contrôler l'érosion (évitant ainsi le ruissellement) l'apport en sédiments des étendues voisines et les émissions potentielles de poussières (Renaud, 2000). L'adoucissement des pentes et le nivellement du site redonnent un aspect naturel au terrain propice à la revégétalisation du site (Ministère de l'Environnement du Québec, 1984). Il va sans dire que le nivellement varie selon l'aménagement qui sera réalisé par la suite. Par exemple, lors de construction d'édifices, la carrière ou la sablière doit être remise au niveau du sol adjacent et le sol doit être compacté pour recevoir le poids de la construction. La figure 5.1 illustre la différence entre une forme artificielle laissée par l'exploitation d'une carrière ou sablière et une forme naturelle.



**Figure 5.1 – Exemples de formes artificielles et naturelles à la surface du sol (tiré de Ministère de l'Environnement, 1984)**

La figure 5.1 démontre que pour éviter d'avoir une apparence anthropique du sol de surface, il faut réduire les angles et arrondir les crêtes pour s'approcher le plus possible de ce qui est fait dans la nature (*ib.*). Selon le RCS, les pentes d'une carrière ou sablière en fin d'exploitation doivent être adoucies afin d'éviter tout affaissement ou érosion des parois. Les travaux de régalinge au sein d'une sablière sont généralement plus simples, et moins coûteux que ceux exécutés dans une carrière en raison des parois rigides que la carrière comporte. Il existe plusieurs techniques d'adoucissement des pentes d'une carrière ou sablière qui sont expliquées dans la *Guide de restauration des carrières et sablières* mentionné au chapitre 3 dans la section 3.5.

Ensuite, l'étape suivant le régalinge du site est la reconstitution du sol, pour permettre une reprise d'une végétation, adaptée à la vocation future du site. Il est conseillé par le gouvernement québécois de garder les terres de découverte et le sol végétal, retirés du site pour les activités

d'extraction, pour être en mesure de les réutiliser lors de la restauration du sol de surface (*ib.*). Les terres de découverte et le sol végétal ne doivent pas être mélangés puisqu'ils seront inutilisables pour la restauration. Il faudra à ce moment reconstituer le sol de surface à l'aide de matières nutritives afin que les végétaux puissent croître normalement. Dans un même ordre d'idées, de la terre fertile empilée sur une longue période de temps perd une partie de ses nutriments, elle doit donc elle aussi être reconstituée (Renaud, 2000). Dans les cas où l'aménagement ciblé a pour vocation la revégétalisation, le sol devra être aéré afin d'éviter la compaction et permettre un apport d'air à la surface du sol où se retrouvent les microorganismes aérobies. Par contre, pour l'établissement d'un commerce ou de résidences, le sol doit être compacté pour recevoir le poids de ces constructions. Le drainage du sol devra également être adapté à l'aménagement futur pour éviter une concentration d'eau à un seul endroit sur le site, à l'exception de l'aménagement d'un plan d'eau (*ib.*). Bref, la reconstitution du sol doit être à même de permettre, dans le cas des aménagements végétaux, l'établissement d'un écosystème naturel viable et une dynamique de végétation nécessaire à la perpétuité du couvert végétal (ADEME, s.d.).

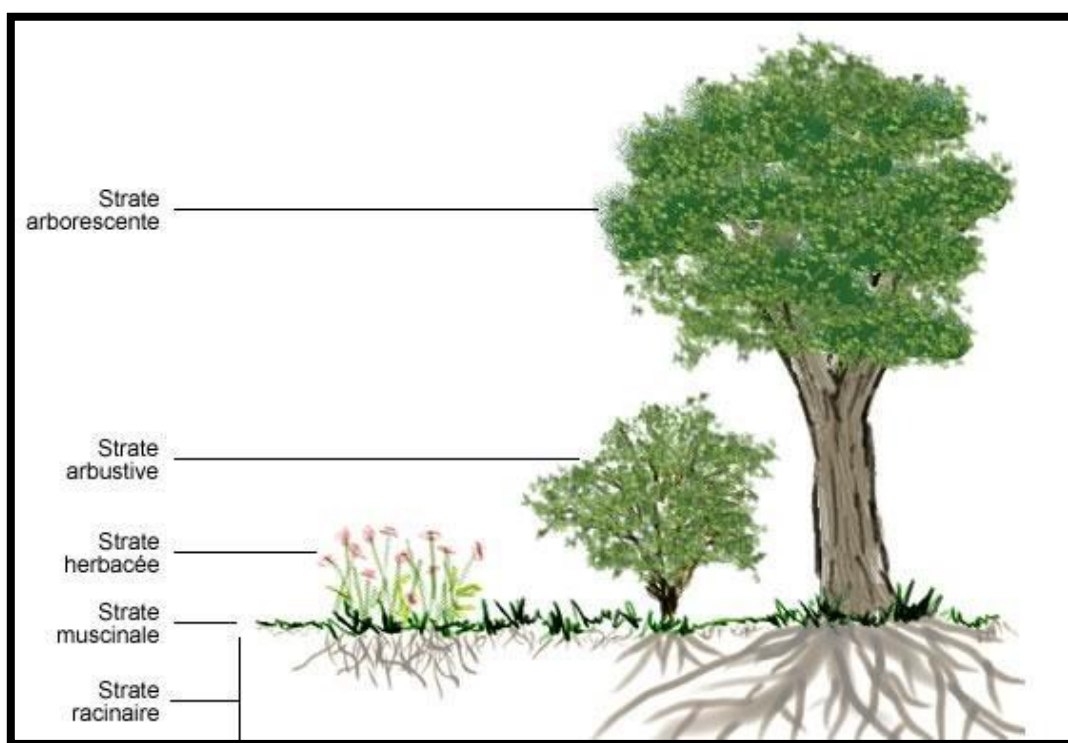
Finalement, déterminer la vocation du site après la restauration est une étape essentielle qui doit être réfléchi dès le départ. Tel que le RCS l'expose, la vocation finale d'un site de carrière ou sablière restaurée doit être incluse dans le plan de réaménagement, mais il peut être modifié en cas de besoin. Une liste importante de facteurs doit être considérée pour déterminer la vocation d'un site. Les aspects physiques, la situation géographique, la taille de l'exploitation et la topographie sont des facteurs pouvant faire varier la vocation d'un site (Renaud, 2000). En général, le potentiel des sites doit être évalué également en fonction des besoins de la région ou de la population en place (Ministère de l'Environnement, 1984). Il est également intéressant d'exploiter les attraits particuliers d'un site comme une vue panoramique exceptionnelle pouvant bénéficier à un aménagement résidentiel ou récréatif (*ib.*). Le milieu d'insertion type (urbain, agricole, forestier, etc.) comporte habituellement des lignes directrices similaires. Par exemple, en milieu urbain les anciens sites de carrières et de sablières sont souvent reconvertis en espaces verts et récréatifs puisqu'ils sont souvent rares en ville. C'est en reliant tous les facteurs que la vocation sera précise pour un secteur en particulier et il devient difficile d'extrapoler pour tous les secteurs similaires en raison du facteur des besoins de la population ou de la région.

## **5.2 Reconstitution du couvert végétal**

La reconstitution du couvert végétal permet de réintégrer d'anciens sites d'exploitation de carrières ou de sablières dans l'environnement naturel (Ministère de l'Environnement, 1984). Par contre, il est impossible dans ce genre d'aménagement d'intégrer des matières résiduelles, à l'exception de

celles utilisées dans la reconstitution du sol. Afin de permettre une reprise de la végétation, l'étape de la reconstitution du sol présentée précédemment dans ce chapitre est importante. Certains éléments physiques du territoire à revégétaliser sont à considérer pour le choix des espèces car ils peuvent avoir une grande influence sur la croissance des végétaux : l'inclinaison de la pente, l'altitude et l'orientation (Renaud, 2000). Par exemple, l'inclinaison de la pente aura une influence importante sur la disponibilité en eau des plantes et des arbres présents.

Le choix des espèces doit être préférablement basé sur celles déjà présentes dans la région puisque les espèces indigènes à un territoire donné ont une plus grande chance de survie (Ministère de l'Environnement, 1984). Les espèces indigènes préservent une continuité du paysage avoisinant, offrent une possibilité de croissance plus rapide et leur résistance est plus élevée puisqu'elles sont adaptées au milieu (*ib.*). D'ailleurs, il est important de prévoir des plantes provenant de la strate herbacée, de la strate arbustive et de la strate arborescente pour favoriser l'implantation d'un écosystème viable et pour diminuer l'érosion du sol. Si le site comprend un plan d'eau, il faut, en plus d'utiliser des espèces végétales indigènes, prévoir l'intégration de plantes de rivages et de plantes aquatiques pour assurer un couvert végétal uniforme (Bruneau et al, 1996). La figure 5.2 démontre les différentes strates de végétation existantes.



**Figure 5.2 – Strates de végétation existantes (tiré de La maison d'Alza, 2010)**

Au bout du compte, il est conseillé dans le *Guide de restauration des carrières et sablières* réalisé par le gouvernement du Québec de mélanger les espèces végétales pour éviter les ravages causés par une épidémie et pour diversifier l'habitat, diversifiant ainsi la faune du site. Le site en revégétalisation devrait contenir un minimum de trois espèces végétales différentes et le mélange d'essences de conifères et de feuillus augmente les chances de succès du projet. Afin de connaître les mélanges qu'il est préférable de réaliser, il est suggéré de consulter un spécialiste des plantes ou de faire des tests à plus petite échelle (Ministère de l'Environnement, 1984). Il existe deux manières de reconstituer le couvert végétal : l'ensemencement et la plantation. Pour chacune des deux manières, plusieurs techniques sont possibles, tout dépendant du temps, du budget, de l'aspect physique du territoire et de la saison (*ib.*).

### **5.3 Aménagements récréatifs**

Les aménagements récréatifs sont divisés en deux grandes catégories : les aménagements récréatifs avec travaux mineurs et les aménagements récréatifs avec travaux majeurs. Cette division a pour objectif de rassembler les aménagements récréatifs similaires afin de ne pas alourdir l'analyse du chapitre 6. La grande différence entre ces deux catégories réside dans la place que prend le paysage naturel (reconstitution du couvert végétal) au sein du site.

D'un côté, la catégorie des aménagements récréatifs avec travaux mineurs est caractérisée par une prédominance de la reconstitution du couvert végétal sur le site. Les infrastructures récréatives sont peu présentes et ont pour but de permettre aux usagers un rapprochement avec la nature. Les types d'aménagement prioritaires dans cette catégorie sont : les sentiers pédestres, les pistes cyclables, les points d'observation de la nature (faune et flore), les panneaux d'interprétation, le camping sauvage, etc. Ces aménagements demandent peu de travaux pour que les êtres humains puissent profiter des activités et de la nature. La figure 5.3 illustre un exemple d'aménagement récréatif avec travaux mineur.



**Figure 5.3 – Exemple d'aménagement récréatif avec travaux mineurs (tiré de Pays d'Aubigné, s.d.)**

Plusieurs matières résiduelles peuvent être utilisées dans cette catégorie d'aménagements. Dans le cas d'un sentier de bois, comme celui de l'image 5.3, le bois provenant de travaux de CRD, n'ayant pas été traité peut être réutilisé. Il en va de même pour le panneau d'interprétation qui peut également être constitué de papier et de plastique recyclés. Certains sentiers sont en gravier fin ou en terre; ces matériaux peuvent provenir d'aménagements paysagers ou de résidus des activités de pierre de taille. Des morceaux de bois réutilisés ou des bordures de route en plastique recyclé peuvent servir à baliser les sentiers. Les pistes cyclables sont souvent asphaltées, ouvrant donc une possibilité à la réutilisation du verre concassé dans la couche de base de l'asphalte (Lupien, 2006). Ce sont quelques exemples qui démontrent le potentiel d'utilisation des matières résiduelles dans la conception de ce genre d'aménagement récréatif.

De l'autre côté, les aménagements récréatifs avec des travaux majeurs sont à l'opposé de la première catégorie et font une plus grande place aux aménagements de taille importante. L'accent est apporté sur les activités possibles et non sur le couvert végétal, ou la nature du site. Les aménagements pouvant être répertoriés dans cette catégorie sont par exemple : des terrains sportifs (soccer, baseball, football, etc.), des campings pour les véhicules récréatifs (VR), un amphithéâtre extérieur pour les spectacles estivaux, un parc d'amusement, etc. Puisque ces aménagements sont de plus grande taille et que les matériaux nécessaires à leur création sont plus diversifiés, il en résulte des possibilités non négligeables d'intégration de matières résiduelles. La figure 5.4 donne un exemple d'aménagement pour des terrains sportifs.



**Figure 5.4 – Exemple d'aménagement de terrains sportifs (tiré de Impact soccer, 2009)**

Les aménagements de travaux majeurs sont plus diversifiés que la catégorie des travaux mineurs et les possibilités d'utilisation de matières résiduelles sont très diversifiées. Pour les terrains sportifs, il est possible de mettre en place un gazon synthétique à base de matières recyclées telles que les pneus recyclés (Synthetik Golf Desing, 2010). De plus, les estrades en béton et en plastique peuvent être faites de béton recyclé avec du verre et du plastique recyclé. D'ailleurs, l'entreprise Cascades offre une gamme de mobilier urbain diversifié (bancs, poubelles, support de vélo, etc.) réalisé à cent pour cent de plastique recyclé (Cascades, 2011). Dans le même ordre d'idées, certaines constructions, comme la bâtisse des toilettes sur les sites de terrains sportifs peuvent être faites de divers matériaux recyclés ou réutilisés (bois, verre, métal, plastique, etc.); il en va de même pour les modules de jeux des parcs pour enfants (Big Toys Inc. 2010). L'imagination est la seule limite à l'utilisation de matières résiduelles dans les aménagements puisque les possibilités sont vastes.

#### **5.4 Aménagements de constructions diverses**

La catégorie des aménagements de constructions diverses est divisée en quatre sous-catégories distinctes : construction résidentielle, construction commerciale, construction industrielle et construction éducative. Les aménagements de construction sont très diversifiés, au sein d'une même sous-catégorie ou en combinant deux sous-catégories. Par exemple, une construction



résidentielle peut avoir plusieurs aspects avec des contraintes et objectifs différents : multilogements, maison unifamiliale, duplex, etc.

Premièrement, le zonage où aura lieu le projet et la détermination de la vocation sont des éléments essentiels à considérer pour choisir l'aménagement d'un site précis. En raison des variations importantes d'un site à l'autre et des besoins d'une région, il devient complexe d'analyser un projet précis dans une zone très large. C'est en fait le site qui déterminera grandement le type de construction préférentiel pour le milieu d'accueil.

Ensuite, les plans de construction peuvent profiter de la dépression déjà présente sur le site pour construire des entrepôts, des stationnements souterrains et/ou tout autre aménagement réalisable dans cette situation (Ministère de l'Environnement, 1984). Par contre, l'utilisation de la dépression exclut le nivellement complet sur le site, ce qui diminue le potentiel d'utilisation de matières résiduelles à ces étapes puisqu'on diminue de façon importante le remplissage requis. Néanmoins, rien n'exclut l'intégration de matières résiduelles lors des travaux de construction.

Par la suite, plusieurs possibilités d'associations entre les matériaux de construction neufs et les matières résiduelles (matériaux recyclés, matériaux réutilisés) existent pour tous les types de constructions présentés. En plus de la construction elle-même, l'aménagement paysager, les stationnements, et même les voies de circulations deviennent des opportunités supplémentaires d'intégrer les matières résiduelles dans ce genre de projet.

Il existe des entreprises qui offrent à leurs acheteurs une gamme de produits recyclés ou réutilisables dans le domaine de la construction. Par exemple, la compagnie Québec Aubaine Recycle offre plusieurs éléments de construction (portes, fenêtres, armoires de cuisine, etc.) ainsi que des meubles et électroménagers de seconde main (Québec Aubaines Recycle, 2010). Au même titre, l'entreprise BF Recycle propose à ses clients plusieurs matériaux de construction diversifiés et conçus de matière recyclée ou tout simplement de matériaux provenant de sites de démolition toujours en état de servir (BF Recycle, 2008).

Les matières résiduelles s'intègrent facilement aux travaux de construction et leur utilisation sur les chantiers est en plein essor. Les fondations de constructions résidentielles, commerciales ou autres sont souvent faites de béton. Il est possible d'utiliser du béton recyclé permettant une participation à la réduction de l'émission des gaz à effets de serre (GES) (B.L. Éco, s.d.). La réutilisation de vieilles briques ou de contreplaqué est également possible lors de travaux d'une nouvelle construction (*ib.*). D'autres matériaux utilisés pour la construction peuvent être faits en partie de



matière recyclée : peinture, gypse, carton, etc. (*ib.*). Les opportunités d'intégrer des matières recyclées ou réutilisées sont très variées et dépendent de la disponibilité des matières recyclées et de l'état des matières réutilisables.

Du point de vue des aménagements connexes aux différents projets de construction, les possibilités sont encore infinies. Les structures routières, ou les espaces de stationnement peuvent être faits d'asphalte recyclé, d'asphalte avec intégration de verre concassé, de résidus finement concassés de pierre de taille, de gravier récupéré d'un ancien site, etc. Les aménagements paysagers des constructions résidentielles, commerciales ou éducatives sont en mesure d'intégrer de la terre résiduelle d'anciens aménagements, du paillis fait de bois récupéré, de morceaux de pierre provenant des activités de pierre de taille, etc.

Enfin, les aménagements de construction semblent être ceux qui ont le meilleur potentiel d'intégration de matières résiduelles puisque les possibilités sont grandes et variées. Il faut essentiellement prendre en considération que la région d'insertion est déterminante dans le choix du type de construction. Il faut également que la municipalité, les promoteurs et les entrepreneurs soient ouverts à mettre en place ce genre de construction sans utiliser les matières premières en totalité.

## **5.5 Aménagements avec plan d'eau**

Il n'est pas rare d'observer dans les sites d'anciennes carrières un plan d'eau formé naturellement par la dépression créée lors de la phase d'exploitation (Ministère de l'Environnement, 1984). Cette cuvette artificielle a la forme parfaite pour accueillir l'eau et il arrive que le fond de l'ancienne exploitation soit imperméable ou que le niveau d'eau souterraine soit très près de la surface (Groleau, 2012).

L'intégration d'un plan d'eau dans l'aménagement d'un site ou l'utilisation d'un plan d'eau déjà présent ne signifie pas une utilisation accrue de matières résiduelles. Au contraire, il est à considérer que la superficie occupée par un plan d'eau ne pourra contenir de matières résiduelles. Néanmoins, la présence d'un plan d'eau amène plusieurs bénéfices à d'autres niveaux : augmentation du potentiel récréatif, augmentation du potentiel résidentiel, etc.

D'une part, l'existence d'un plan d'eau dans une zone résidentielle en développement ou déjà établie fait partie des caractéristiques pouvant être recherchées par les acheteurs potentiels

(SCHL, 2012). Il confère une plus value au paysage à proximité de la propriété qui en augmente, en général, la valeur foncière.

D'autre part, plusieurs activités de plein air sont rattachées à la présence d'un plan d'eau (Boucher et al., 2000). Donc, en plus des activités de randonnées ou de vélo, le plan d'eau ajoute des activités aquatiques en saison estivale et une zone intéressante pour le patinage en période hivernale. Il est également possible d'exercer de la pêche sportive, du canot, du kayak, de la baignade, etc. De plus, un aménagement récréatif comprenant un plan d'eau peut agrémenter une région majoritairement urbaine et où les espaces verts sont rares (Ministère de l'Environnement, 1984). Par contre, la présence d'activités récréatives au sein d'un plan d'eau demande certaines analyses de qualité de l'eau pour assurer la conformité exigée par le gouvernement lors d'activités aquatiques (MDDEP, 2002g).

Pour terminer, un plan d'eau est un écosystème qui soutient une grande variété de plantes, d'animaux et de microorganismes (Environnement Canada, 2009). Dans un ancien site de carrière ou sablière restauré en milieu naturel, la présence d'un plan d'eau amène une biodiversité complémentaire à la biodiversité terrestre déjà en place. Les interactions entre la biocénose, la portion vivante, et le biotope, la portion non vivante de l'écosystème, sont plus diversifiées par la présence d'un cours d'eau et apporte une hétérogénéité des niches écologiques (Tanguay, 2011).

## **5.6 Aménagements agricoles et forestiers**

Plusieurs exploitations de carrières et de sablières ont été réalisées dans la zone sud du Québec, qui comprend de grandes zones agricoles. De ce fait, les anciens sites peuvent être remis en culture après la restauration du sol puisque cette solution d'aménagement est simple et moins onéreuse (Longpré, 2012). Toutefois, il n'est pas simple de reconverter ces sites en terres de culture, puisqu'il existe certaines contraintes physiques à de tels travaux (Ministère de l'Environnement, 1984). Les jardins communautaires sont également une solution originale d'aménager un site restauré. De la même manière, les anciens sites de carrières et sablières ont le potentiel de servir au reboisement commercial en choisissant différents d'essences d'arbres. Ces arbres doivent avoir une bonne capacité d'adaptation au milieu plutôt aride de sol sans fertilisant. Alternativement, la régénération du sol en milieu fertile peut permettre l'élargissement des espèces végétales de valeur économique intéressante (*ib.*).

Dans le cas de la remise en culture, l'apport en matières résiduelles n'est pas significatif, puisque le seul aménagement important sera le sol. Par contre, l'apport en MRF pourra être, par exemple,

plus important que dans le cas d'une construction, puisque la fertilité du sol est essentielle à une culture luxuriante. Le projet d'aménagement d'un jardin communautaire offre des possibilités plus grandes d'intégration de matières résiduelles, tout dépendant de la manière dont sera aménagé le jardin (petites parcelles de terres, bacs en plastique, bacs en bois, etc.). Les jardins communautaires sont en demande dans les centres urbains où, sans cet aménagement, la culture maraîchère ne serait pas envisageable (*ib.*). Ce sont les jardins communautaires avec des bacs qui offrent le meilleur potentiel d'utilisation de matières résiduelles puisqu'il y a une possibilité de réutiliser du bois non contaminé ou encore du plastique recyclé. Les figures 5.5 et 5.6 illustrent respectivement des exemples de jardins communautaires en parcelles individuelles et des jardins communautaires avec des bacs de bois.



**Figure 5.5 – Jardins communautaires en parcelles individuelles (tiré de Jardin communautaire St-Félicien, s.d.)**



**Figure 5.6 – Jardins communautaires avec des bacs de bois (tiré de Sage cité, 2011)**

Pour conclure cette section, les aménagements de reboisement commercial peuvent être très variés au niveau des espèces et des concepts de vente présents. Ces projets diversifiés sont par exemple : le reboisement commercial avec des essences de bois servant au domaine de la construction, la mise en place d'un vignoble, la création d'un verger, ou tout simplement l'établissement d'une pépinière (Ministère de l'Environnement, 1984). Les matières résiduelles s'intègrent donc à la construction de bâtiments pour la transformation ou la vente de produits, lorsque tel est le cas. Dans le cas du reboisement à des fins de construction, les matières résiduelles sont rares et plutôt incluses dans les amendements de MRF au sol.

## **5.7 Aménagement d'un lieu d'enfouissement**

L'établissement d'un lieu d'enfouissement fait partie des aménagements réalisables dans une ancienne carrière ou sablière selon l'article 47 du RCS. La restauration du site serait exécutée par la mise en place de matières résiduelles diversifiées provenant des ménages et de certaines entreprises d'une région donnée. Pourtant, l'augmentation des lieux d'enfouissement ne s'intègre pas du tout à la nouvelle *Politique de gestion des matières résiduelles 2011-2015* qui vise plutôt une diminution de l'élimination et une augmentation des activités liées au recyclage et à la valorisation des matières résiduelles (MDDEP, 2011).

Les matières transportées jusqu'au lieu d'enfouissement sont très diversifiées et les quantités sont importantes, en lien avec l'espace pouvant être comblé. Toutefois, la réalisation d'un tel aménagement est fort complexe et l'obtention d'une autorisation pour chaque projet n'est pas récurrente. C'est en vertu de la LQE que la demande d'autorisation de mise en place d'un LET est exécutée, mais plusieurs autres articles de loi et de réglementation doivent être considérés. Entre autres, des aménagements spécifiques à la captation et au traitement du lixiviat et des biogaz doivent obligatoirement être installés (Legast, 2004). La figure 5.7 démontre un schéma transversal de l'aménagement d'un LET.



Figure 5.7 – Schéma d'une coupe transversale d'un LET (tiré de St-Pierre-sur-Dives, 2012)

Les sablières ne sont pas des endroits privilégiés pour établir un LET puisque la texture du sol risque fortement de permettre l'infiltration de contaminants entraînés par l'eau (Ministère de l'Environnement, 1984). De plus, la probabilité de proximité d'une nappe d'eau souterraine est forte dans ce genre d'exploitation et le gouvernement ne désire pas risquer la contamination d'une source d'eau souvent potable (Groleau, 2012).

Finalement, lorsqu'un site d'enfouissement est comblé par des matières résiduelles et que toutes les cellules sont fermées, il est possible, tel que présenté à la section 3.5.6 du chapitre 3 de cet essai, de mettre en place certains aménagements. Par contre, le MDDEP doit évaluer les risques d'aménager sur un lieu d'enfouissement désaffecté et donner son approbation si aucun danger ne subsiste (MDDEP, 2005). Ce ne sont donc pas tous les aménagements possibles qui seront en fin de compte acceptés.

## 5.8 Aménagements à vocation mixte

Les combinaisons d'aménagements possibles sont multiples et dépendent, encore une fois, des besoins et souhaits de la région d'accueil d'un projet. Les matières résiduelles pouvant être

utilisées sont également diversifiées puisque chaque aménagement, à l'exception de la restauration du couvert végétal et de l'aménagement avec un plan d'eau, fait appel à des matières résiduelles différentes.

De même, il est possible d'avoir plusieurs aménagements sur un même site. Par exemple, un site récréatif peut contenir des terrains sportifs, un plan d'eau et un parc pour enfants. Ces aménagements à vocation mixte ont un potentiel d'utilisation de matières recyclables et réutilisables plus important, mais rattaché aux aménagements exposés dans les autres sous-sections du chapitre 5. De ce fait, un aménagement combinant une construction résidentielle, un plan d'eau et un terrain multisports peuvent inclure des matériaux de construction recyclables (béton, peinture, etc.), du mobilier urbain en plastique recyclé, de l'asphalte recyclé, du bois non contaminé réutilisable, etc.

## **6 ANALYSE DES MODÈLES APPLICABLES AU QUÉBEC**

Cette avant-dernière section comprend l'analyse des données amassées durant la réalisation de cet essai, selon une approche de DD. La première partie expose le processus entourant l'analyse de chacun des modèles de restauration et d'aménagement répertoriés. Le second volet présente les différents critères retenus pour cibler les modèles applicables au Québec. Finalement, une analyse des modèles est exécutée par le biais d'une grille d'analyse et les résultats sont discutés.

### **6.1 Processus d'analyse**

Le processus d'analyse de cet essai est basé sur deux éléments présentés dans les précédents chapitres : la liste des matières résiduelles ayant un potentiel d'utilisation dans les aspects liés à la restauration des carrières et sablières ainsi que les différents aménagements proposés. De la liste des matières résiduelles potentiellement utilisables, quatre catégories ressortent :

- Résidus de CRD
- Plastique numéro 6 (polystyrène)
- PHU
- Verre

De ces résidus, certains n'ont pas encore été testés et mériteraient une analyse plus approfondie afin de valider l'efficacité qu'ils pourraient atteindre dans la réhabilitation des carrières et sablières au Québec. Ces catégories ont été sélectionnées à la base pour leur nature non dangereuse.

Ensuite, tous les aménagements proposés au chapitre 5 seront insérés dans l'analyse avec des subdivisions supplémentaires à la liste initiale. Le seul aménagement qui ne peut être évalué est celui à vocation mixte puisqu'il existe une trop grande quantité de combinaisons différentes. Néanmoins, il est possible d'associer des résultats élevés ou non pour évaluer sommairement. Il pourrait également être possible pour des utilisateurs futurs de joindre deux modèles simples pour en faire un à vocation mixte et de l'évaluer dans une grille similaire à celle proposée.

Les d'aménagements évalués, indiquées plus tard dans ce chapitre par des numéros, sont les suivantes :

- #1 : revégétalisation du site
- #2 : récréatif (avec travaux mineurs comme des sentiers)
- #3 : récréatif (avec travaux majeurs comme un terrain de football synthétique)
- #4 : construction résidentielle

- #5 : construction commerciale
- #6 : construction industrielle
- #7 : construction éducative
- #8 : revégétalisation avec plan d'eau
- #9 : agricole communautaire (jardins communautaires)
- #10 : agricole commercial (grandes cultures)
- #11 : forestier commercial (pépinière ou forêt à exploitation commerciale)

Le LET n'a pas été considéré dans cette évaluation puisqu'il ne répond pas à la nouvelle *Politique sur la gestion des matières résiduelles 2011-2015*. De plus, les modèles présentés en lien avec l'utilisation d'une catégorie de matières résiduelles unique ne cadrent pas avec un LET. Pour terminer, les aménagements proposés deviendraient complexes à réaliser puisque le suivi environnemental de ce genre d'aménagement est très sévère. Un LET n'est pas une finalité dans l'aménagement d'un site et est en général très peu apprécié de la population voisine.

#### **6.1.1 Bases de l'outil d'analyse**

Par la suite, la grille d'analyse proposée est fondée sur trois modèles existants : la boussole bernoise du DD, la grille du DD de la Chaire en éco-conseil de l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC) et la grille d'analyse des projets avant leur mise en œuvre de la Conférence régionale des éluEs du Bas-Saint-Laurent. Chacun de ces trois outils a inspiré une bonne partie des critères choisis et de la procédure d'analyse.

##### **Boussole bernoise du développement durable**

La boussole bernoise du DD permet la réalisation d'un bilan global des effets d'un modèle en fonction d'indicateurs basés sur les trois dimensions du DD : environnementale, économique et sociale. Le processus est basé sur la cotation des indicateurs en cinq champs : très négative -2, négative -1, neutre 0, positive +1 et très positive +2 (OCEE, 2008). Cette grille est un instrument simple qui repose sur les connaissances et les appréciations de l'expert de façon claire et transparente (*ib.*). Il est nécessaire d'avoir au moins deux indicateurs par dimensions pour que l'outil devienne valide.

##### **Grille du développement durable de la Chaire en éco-conseil de l'UQAC**

La grille du DD de la Chaire en éco-conseil repose sur les trois dimensions de bases du DD mais, de plus, une autre dimension est explorée : l'équité (Chaire en éco-conseil de l'UQAC, s.d.). Comparativement au premier outil présenté, cette grille repose sur des indicateurs mais elle utilise



des objectifs à atteindre pour tout projet. Chacun des objectifs présentés dans cette grille peut être pondéré afin de permettre une hiérarchie des objectifs et d'affecter un poids plus important aux objectifs essentiels à considérer (*ib.*). Cette pondération permet de calibrer la grille et de l'adapter aux différentes situations rattachées à un projet précis.

### **Grille d'analyse des projets avant leur mise en œuvre – Conférence régionale des éluEs du Bas-Saint-Laurent**

Cette grille d'analyse des projets avant leur mise en œuvre, développée dans le Bas-Saint-Laurent, est basée sur les trois dimensions habituellement utilisées lorsque l'approche du DD est mise de l'avant. Elle détaille plusieurs questions dans chaque dimension (Conférence régionale des éluEs Bas-Saint-Laurent, 2008). Un projet doit répondre favorablement à un maximum de questions applicables pour être considéré comme applicable à la région. Certaines questions ont un statut précis faisant office de pondération qualitative où la réponse est capitale pour la mise en œuvre du projet (*ib.*).

#### **6.1.2 Limites de l'analyse**

La réalisation de l'analyse comparative des modèles de restauration et d'aménagement incluant des matières résiduelles applicables au Québec comporte certaines limites géographiques. Le Québec est un territoire d'envergure imposante aux paysages et à la population variée. Il est donc complexe de faire une analyse globale ayant le potentiel de s'appliquer à tout ce territoire diversifié. Les caractéristiques de la région d'accueil d'un des modèles proposés pourraient faire changer les résultats en totalité, ce qui implique que les modèles qui obtiennent les meilleurs résultats à l'analyse sont susceptibles de ne pas s'appliquer partout au Québec.

De plus, il existe des variables, dont l'analyse à ce stade est impossible, qui devront être considérées par les régions d'accueil d'un projet similaire : les besoins de la région, les frais reliés au transport des matières résiduelles, la disponibilité des matières résiduelles utilisables, le budget, la taille de la carrière ou sablière, etc. Ces autres indicateurs pourraient bien faire varier les résultats de cette analyse lorsqu'un projet aura un site précis en ligne de mire. Toutefois, la grille d'analyse reste un outil de base utilisable et réaliste pour les régions qui devront y intégrer certaines autres variables.

Pour terminer, afin d'alléger la recherche dans chaque région du Québec et de globaliser la grille d'analyse, une analyse générale a été réalisée. En faisant abstraction des variables mentionnées

précédemment, il est tout de même possible de faire ressortir les modèles ayant le plus de chance d'être viables au Québec en général.

### 6.1.3 Présentation du processus

La structure de l'outil d'analyse utilisé repose sur certains aspects des trois modèles présentés au début de ce chapitre (tableau 6.1). Il s'agit d'une grille d'analyse multicritère couvrant les trois dimensions du DD. Ces différents critères, 21 au total, sont liés à une question précise dont la réponse réfère à une cotation. Chaque critère est pondéré en fonction de son importance vis-à-vis le sujet de cet essai.

**Tableau 6.1 – Grille d'analyse vierge selon l'approche du développement durable**

Critères	Poids	Aménagement #1		Aménagement #2		Aménagement #3	
		Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total
1	1						
2	1						
3	1						
4	1						
5	1						
Grand total							
Ordre							

Au total, quatre grilles seront utilisées pour cette analyse, une pour chaque matière résiduelle ayant le potentiel d'être utilisée dans la restauration des carrières et sablières au Québec. Les critères retenus sont croisés avec les aménagements subdivisés du chapitre 5. Le tableau 6.1 démontre le modèle de grille utilisée pour l'analyse. Le ou les modèles qui obtiennent les résultats les plus élevés sont les modèles à privilégier au Québec, nonobstant les variables propres à une région précise.

## 6.2 Critères selon une approche de développement durable

Cette partie vise à présenter chaque critère retenu, la question à laquelle il réfère, la pondération qui lui a été attribuée et la cotation. Tels que mentionné précédemment, 21 critères forment la grille d'analyse et ceux-ci sont distribués dans chacune des dimensions reliées à l'approche du DD. Chaque dimension comprend plus de deux critères.

Les valeurs attribuées à la pondération et à la cotation ne se suivent pas afin de permettre une meilleure discrimination des projets ayant obtenu le meilleur résultat. Les valeurs de la pondération vont comme suit :

- 1 : de moindre importance
- 4 : important
- 7 : essentiel

### **6.2.1 Dimension environnementale**

Les critères de la dimension environnementale sont les suivants :

- MRF : Est-ce que des MRF sont utilisées à la surface du sol comme amendement dans ce modèle? (pondération de 7)
  - 0 : non
  - 2 : sur une section de la surface seulement
  - 4 : sur la totalité de la surface
- Matières premières : Est-ce que l'utilisation de matières premières est diminuée de manière significative dans ce modèle? (pondération de 7)
  - 0 : non
  - 2 : moyennement
  - 4 : oui
- Matières recyclées ou réutilisées : Est-ce que des matières recyclées ou réutilisées sont utilisées dans ce modèle? (pondération de 7)
  - 0 : non
  - 4 : oui
- MR : Quel est le pourcentage estimé de MR qu'il est possible d'utiliser avec ce modèle? (pondération de 7)
  - 1 : moins de 35 %
  - 2 : de 35 % à 65 %
  - 4 : plus de 65 %
- Habitat des espèces : Ce modèle participe-t-il à l'amélioration de l'habitat des espèces fauniques et/ou floristiques? (pondération de 1)
  - 0 : non
  - 2 : oui, à 50 % et moins
  - 4 : oui, à plus de 50 %

- Qualité de l'air : Ce modèle participe-t-il à l'amélioration de la qualité de l'air? (pondération de 4)
  - 0 : non
  - 4 : oui
- GES : Ce modèle aide-t-il à diminuer les GES par la réduction des émissions, par le stockage, le captage, etc.? (pondération de 4)
  - 0 : non
  - 4 : oui
- Qualité de l'eau : Ce modèle participe-t-il à l'amélioration de la qualité de l'eau par la diminution du ruissellement, la filtration, etc.? (pondération de 4)
  - 0 : non
  - 4 : oui

### **6.2.2 Dimension sociale**

Les critères de la dimension sociale sont les suivants :

- Éducation/formation : Ce modèle permet-il d'intégrer un volet d'éducation ou de formation? (pondération de 1)
  - 0 : non
  - 4 : oui
- Acceptabilité sociale : Ce modèle sera-t-il bien perçu par la population d'accueil du projet? (pondération de 7)
  - 0 : non
  - 2 : moyennement
  - 4 : oui
- Réglementation : Ce modèle respecte-il la réglementation en vigueur? (pondération de 7)
  - 0 : non
  - 4 : oui
- Paysage : Ce modèle permet-il d'améliorer l'aspect visuel du paysage? (pondération de 4)
  - 0 : non
  - 2 : en partie
  - 4 : en totalité ou presque
- Espaces de détente : Y a-t-il une amélioration dans l'offre des espaces voués à la détente avec ce modèle? (pondération de 1)
  - 0 : non

- 4 : oui
- Espaces récréatifs : Y a-t-il une amélioration dans l'offre des espaces sportifs et/ou récréatifs avec ce modèle? (pondération de 1)
  - 0 : non
  - 4 : oui
- Produits et services : Y a-t-il une amélioration de l'offre locale de produits et services avec ce modèle? (pondération de 1)
  - 0 : non
  - 4 : oui
- Sécurité : Ce modèle améliore-t-il le sentiment de sécurité de la population? (pondération de 4)
  - 0 : non
  - 2 : en partie
  - 4 : en totalité
- Sentiment d'appartenance : Ce modèle favorise-t-il un sentiment d'appartenance? (pondération de 1)
  - 0 : non
  - 4 : oui

### **6.2.3 Dimension économique**

Les critères de la dimension économique sont les suivants :

- Création d'emplois : Ce modèle favorise-t-il la création d'emplois? (pondération de 4)
  - 0 : non
  - 4 : oui
- Revenus directs : Ce modèle peut-il favoriser des revenus directs pour la région? (pondération de 4)
  - 0 : non
  - 4 : oui
- Frais : Ce modèle comporte-t-il des frais de réalisation élevés? (pondération de 4)
  - 0 : oui
  - 2 : moyens
  - 4 : non

- Coûts d'entretien/opération : Y a-t-il des coûts reliés à l'entretien et l'opération de ce modèle? (pondération de 4)
  - 0 : oui
  - 4 : non

### **6.3 Analyse et discussion des résultats**

Dans ce volet, les quatre grilles d'analyse en fonction des MR choisies sont exposées. Les aménagements sont identifiés par les numéros du début de la section 6.1. Il faut donc se référer aux sections 6.1 et 6.2 pour bien lire et comprendre les grilles d'analyses. Les tableaux 6.2, 6.3, 6.4 et 6.5 exposent les résultats de ces quatre analyses avec les CRD, le plastique numéro 6, les PHU et le verre. La discussion sur l'ensemble des analyses se retrouve à la suite des quatre grilles.

### 6.3.1 Les analyses

Tableau 6.2 – Grille d'analyse pour les CRD

Critères	Poids	#1		#2		#3		#4		#5		#6		#7		#8		#9		#10		#11	
		Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total
Dimension environnementale																							
MRF	7	4	28	2	14	0	0	2	14	2	14	0	0	2	14	2	14	2	14	4	28	4	28
Matières premières	7	0	0	2	14	4	28	2	14	2	14	2	14	2	14	0	0	2	14	0	0	0	0
Matières recyclées ou réutilisées	7	0	0	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	0	0	4	28	0	0	0	0
MR	7	1	7	1	7	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	1	7	1	7	1	7	1	7
Habitats des espèces	1	4	4	4	4	0	0	2	2	0	0	0	0	2	2	4	4	2	2	2	2	4	4
Qualité de l'air	4	4	16	4	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	16	4	16	0	0	4	16
GES	4	4	16	4	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	16	0	0	0	0	4	16
Qualité de l'eau	4	4	16	4	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	16	0	0	0	0	4	16
Dimension sociale																							
Éducation/formation	1	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	4	4	0	0	0	0
Acceptabilité sociale	7	4	28	4	28	4	28	4	28	2	14	0	0	4	28	4	28	2	14	2	14	4	28
Règlementation	7	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28
Paysage	4	4	16	4	16	2	8	2	8	2	8	0	0	2	8	4	16	2	8	0	0	4	16
Espaces de détente	1	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	4	4
Espaces récréatifs	1	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	0	0	0	0	4	4
Produits et services	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4
Sécurité	4	2	8	2	8	4	16	4	16	4	16	2	8	4	16	2	8	4	16	4	16	2	8
Sentiment d'appartenance	1	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	0	0	0	0
Dimension économique																							
Création d'emplois	4	0	0	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16	0	0	0	0	4	16	4	16
Revenus directs	4	0	0	0	0	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16	0	0	0	0	4	16	4	16
Frais	4	4	16	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	16	2	8	2	8	2	8
Coûts d'entretien/opération	4	4	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	16	0	0	0	0	0	0
Grand total		211		235		204		198		186		142		206		197		163		139		219	
Ordre		3		1		5		6		8		10		4		7		9		11		2	

Tableau 6.3 – Grille d'analyse pour le plastique numéro 6

Critères	Poids	#1		#2		#3		#4		#5		#6		#7		#8		#9		#10		#11	
		Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total
Dimension environnementale																							
MRF	7	4	28	2	14	0	0	2	14	2	14	0	0	2	14	2	14	2	14	4	28	4	28
Matières premières	7	2	14	2	14	4	28	2	14	2	14	2	14	2	14	0	0	2	14	0	0	0	0
Matières recyclées ou réutilisées	7	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	0	0	4	28	0	0	0	0
MR	7	1	7	2	14	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	1	7	1	7	1	7	1	7
Habitats des espèces	1	4	4	4	4	0	0	2	2	0	0	0	0	2	2	4	4	2	2	2	2	4	4
Qualité de l'air	4	4	16	4	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	16	4	16	0	0	4	16
GES	4	4	16	4	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	16	0	0	0	0	4	16
Qualité de l'eau	4	4	16	4	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	16	0	0	0	0	4	16
Dimension sociale																							
Éducation/formation	1	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	4	4	0	0	0	0
Acceptabilité sociale	7	2	14	2	14	2	14	2	14	2	14	0	0	2	14	2	14	2	14	0	0	2	14
Règlementation	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paysage	4	4	16	4	16	2	8	2	8	2	8	0	0	2	8	4	16	2	8	0	0	4	16
Espaces de détente	1	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	4	4
Espaces récréatifs	1	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	0	0	0	0	4	4
Produits et services	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4
Sécurité	4	2	8	2	8	4	16	4	16	4	16	2	8	4	16	2	8	4	16	4	16	2	8
Sentiment d'appartenance	1	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	0	0	0	0
Dimension économique																							
Création d'emplois	4	0	0	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16	0	0	0	0	4	16	4	16
Revenus directs	4	0	0	0	0	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16	0	0	0	0	4	16	4	16
Frais	4	2	8	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	2	8	2	8	2	8
Coûts d'entretien/opération	4	4	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	16	0	0	0	0	0	0
Grand total		203		200		162		156		158		114		164		147		135		97		177	
Ordre		1		2		5		7		6		10		4		8		9		11		3	



Tableau 6.4 – Grille d'analyse pour les PHU

Critères	Poids	#1		#2		#3		#4		#5		#6		#7		#8		#9		#10		#11	
		Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total
Dimension environnementale																							
MRF	7	4	28	2	14	0	0	2	14	2	14	0	0	2	14	2	14	2	14	4	28	4	28
Matières premières	7	2	14	2	14	4	28	2	14	2	14	2	14	2	14	2	14	2	14	2	14	2	14
Matières recyclées ou réutilisées	7	2	14	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28
MR	7	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28
Habitats des espèces	1	4	4	4	4	0	0	2	2	0	0	0	0	2	2	4	4	2	2	2	2	4	4
Qualité de l'air	4	4	16	4	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	16	4	16	0	0	4	16
GES	4	4	16	4	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	16	0	0	0	0	4	16
Qualité de l'eau	4	4	16	4	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	16	0	0	0	0	4	16
Dimension sociale																							
Éducation/formation	1	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	4	4	0	0	0	0
Acceptabilité sociale	7	2	14	2	14	2	14	0	0	0	0	0	0	0	0	2	14	2	14	0	0	0	0
Règlementation	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paysage	4	4	16	4	16	2	8	2	8	2	8	0	0	2	8	4	16	2	8	0	0	4	16
Espaces de détente	1	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	4	4
Espaces récréatifs	1	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	0	0	0	0	4	4
Produits et services	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4
Sécurité	4	2	8	2	8	4	16	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	4	16	4	16	2	8
Sentiment d'appartenance	1	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	0	0	0	0
Dimension économique																							
Création d'emplois	4	0	0	4	16	4	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	16	4	16
Revenus directs	4	0	0	0	0	4	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	16	4	16
Frais	4	2	8	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coûts d'entretien/opération	4	4	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	16	0	0	0	0	0	0
Grand total		210		214		162		94		96		74		102		202		148		152		218	
Ordre		3		2		5		10		9		11		8		4		7		6		1	

Tableau 6.5 – Grille d'analyse pour le verre

Critères	Poids	#1		#2		#3		#4		#5		#6		#7		#8		#9		#10		#11	
		Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total	Cote	Total
Dimension environnementale																							
MRF	7	4	28	2	14	0	0	2	14	2	14	0	0	2	14	2	14	2	14	4	28	4	28
Matières premières	7	2	14	2	14	4	28	2	14	2	14	2	14	2	14	0	0	2	14	0	0	0	0
Matières recyclées ou réutilisées	7	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	0	0	4	28	0	0	0	0
MR	7	1	7	2	14	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	1	7	1	7	1	7	1	7
Habitats des espèces	1	4	4	4	4	0	0	2	2	0	0	0	0	2	2	4	4	2	2	2	2	4	4
Qualité de l'air	4	4	16	4	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	16	4	16	0	0	4	16
GES	4	4	16	4	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	16	0	0	0	0	4	16
Qualité de l'eau	4	4	16	4	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	16	0	0	0	0	4	16
Dimension sociale																							
Éducation/formation	1	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	4	4	0	0	0	0
Acceptabilité sociale	7	2	14	2	14	2	14	2	14	2	14	0	0	2	14	2	14	2	14	0	0	2	14
Règlementation	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paysage	4	4	16	4	16	2	8	2	8	2	8	0	0	2	8	4	16	2	8	0	0	4	16
Espaces de détente	1	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	4	4
Espaces récréatifs	1	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	0	0	0	0	4	4
Produits et services	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4
Sécurité	4	0	0	0	0	4	16	0	0	4	16	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8
Sentiment d'appartenance	1	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	0	0	0	0
Dimension économique																							
Création d'emplois	4	0	0	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16	0	0	0	0	4	16	4	16
Revenus directs	4	0	0	0	0	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16	0	0	0	0	4	16	4	16
Frais	4	2	8	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	2	8	2	8	2	8
Coûts d'entretien/opération	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grand total		179		192		162		140		158		114		148		123		119		81		177	
Ordre		2		1		4		7		5		10		6		8		9		11		3	

### 6.3.2 Les discussions

Les résultats obtenus globalement varient faiblement d'une catégorie de matière résiduelle à l'autre. De manière générale, la catégorie des CRD récolte les résultats les plus élevés et la catégorie du verre a recueilli la moyenne de pointage la plus faible.

Premièrement, les CRD ressortent favoris pour une raison simple, ils sont déjà utilisés, avec parcimonie, pour la restauration d'anciens sites de carrières et sablières. Les proportions actuelles sont certes basses, mais il est souhaitable d'aspirer à une utilisation plus importante d'ici quelques années. Ce sont des matières résiduelles dont le comportement en nature est connu et elles sont relativement accessibles. Dans la catégorie des CRD, l'aménagement ayant obtenu le plus haut pointage, soit 235 points, est l'aménagement récréatif comportant des travaux mineurs. La cotation attribuée à la majorité des critères est la plus élevée, ce type de projet répond favorablement aux dimensions du DD. L'aménagement ayant eu le résultat le plus faible est l'aménagement agricole commercial puisque l'agriculture, quoiqu'essentielle pour notre alimentation, impose des limites de qualité des sols. De plus, elle n'est pas favorisée dans la dimension sociale par rapport à la majorité des critères présentés.

Deuxièmement, le plastique numéro 6 glisse dans une position centrale tout comme la catégorie des PHU. Cela provient du comportement inconnu de cette matière dans les modèles proposés. Les répercussions générales sur l'environnement ne sont pas claires et la population ne sera peut-être pas encline à utiliser cette matière. Dans la catégorie du plastique numéro 6, l'aménagement ayant récolté le plus de points, soit 203 points, est l'aménagement de revégétalisation. Par contre, l'aménagement récréatif comportant des travaux mineurs est très près du meilleur résultat de cette catégorie avec un total de 200 points. L'aménagement qui a décroché le pire résultat est l'aménagement agricole commercial, pour des raisons similaires à la catégorie des CRD, c'est-à-dire des impacts probables sur l'environnement et une mauvaise acceptation sociale.

Troisièmement, la catégorie des PHU est également en position centrale dans l'obtention des résultats généraux. L'aménagement qui a le mieux ressorti, avec un total de 218 points, est celui du forestier commercial qui répondait très bien aux catégories de la dimension environnementale en considérant l'exécution de la coupe avec de bonnes méthodes écologiques. Encore une fois, l'aménagement récréatif avec des travaux mineurs est arrivé bon deuxième au classement de cette catégorie. L'aménagement le moins favorisé dans l'analyse de cette catégorie est la construction industrielle. La grande problématique avec l'utilisation de PHU est la portance du sol grandement

modifiée par la flexibilité des pneus, ce qui rend le sol instable à la construction. C'est d'ailleurs pour cette raison que chaque aménagement de construction a recueilli un faible résultat.

Quatrièmement, le verre a obtenu les résultats généraux les plus faibles surtout en raison du fait que son utilisation est limitée en termes de quantités utilisables dans la restauration. Le verre ne pourrait être utilisé en totalité sur l'ensemble d'un site afin de réaliser les travaux de nivellement. Les aspects reliés à la dimension sociale ont été généralement plus faibles que dans les autres catégories. Ces faibles résultats pourraient être expliqués par la méconnaissance des citoyens par rapport aux bienfaits rattachés à l'utilisation du verre et de la technique sécuritaire qu'est la vitrification (Olivier, 2012) Néanmoins, un aménagement est arrivé premier dans les résultats de cette catégorie, l'aménagement récréatif avec des travaux mineurs avec 192 points. L'aménagement ayant eu le résultat de plus faible de cette catégorie est l'agricole commercial. L'aménagement à privilégier et à mettre de côté dans cette catégorie est exactement le même que la catégorie des CRD pour des raisons similaires.

Bref, la catégorie idéale de matières résiduelles pour la restauration des carrières et sablières est celle des CRD et la catégorie qui devrait être exclue est celle du verre en fonction des résultats généraux. Un seul aménagement a conquis la première position à plus d'une reprise en plus d'arriver en deuxième position des deux autres catégories: l'aménagement récréatif comportant des travaux mineurs. Ceci démontre que l'aménagement récréatif avec des travaux mineurs aurait un potentiel très intéressant au Québec. À l'inverse, l'aménagement agricole commercial est arrivé en dernière position à plus de la moitié des analyses ce qui signifie que cet aménagement ne serait pas une solution à encourager au Québec.

## **7 RECOMMANDATIONS**

Les recommandations présentées dans cette section portent seulement sur les modèles évalués comme ayant un fort potentiel d'utilisation au Québec. Elles englobent aussi les problématiques répertoriées lors de la réalisation de cet essai. En sommes, ces recommandations font office d'éléments de réflexion pour améliorer la gestion des carrières et sablières en fin de vie, en plus d'améliorer la gestion des matières résiduelles.

### **7.1 Concernant la réglementation favorisant la restauration**

Lors de discussions avec des employés du MDDEP, il a été mentionné que la situation géographique et l'existence de certaines carrières et sablières restaient toujours inconnues de ce ministère (Longpré, 2012). Il devient alors difficile pour le MDDEP de faire appliquer sa réglementation afin d'imposer la restauration des sites. Il est recommandé que le MRNF et le MDDEP collaborent afin de concevoir un répertoire complet des carrières et sablières ayant commencé leurs opérations avant et après l'entrée en vigueur du RCS en 1977 à aujourd'hui. Ce répertoire permettra au gouvernement provincial de juger de la pertinence des restaurations, de prioriser certaines d'entre elle et d'assurer un suivi de l'évolution des travaux. Avec cette connaissance globale des carrières et sablières du territoire, le MDDEP pourra intégrer l'obligation de la restauration de certains sites en cessation ou en suspension des opérations qui sont actuellement problématiques.

De plus, la réglementation concernant la restauration des carrières et sablières avec des matières résiduelles reste vague et peu développée. Pour favoriser cette méthode de restauration, il y a lieu de bien encadrer cette nouvelle pratique intégrant les matières résiduelles dans la restauration des carrières et sablières. Il faudra néanmoins que des tests soient effectués afin de valider la sécurité et l'absence d'impacts négatifs de ce mode de restauration. Il est recommandé que le gouvernement québécois intègre cette pratique à la réglementation actuelle.

### **7.2 Concernant les projets pilotes**

La catégorie d'analyse comprenant les CRD a obtenu un résultat élevé surtout en raison du fait que ces matières résiduelles sont connues et déjà utilisées en petites quantité dans les ouvrages de restauration. Contrairement au CRD, le plastique numéro 6 et les PHU ne sont pas des matières favorisées dans la restauration puisque leurs impacts sur l'environnement sont inconnus. Il est

recommandé d'ouvrir les horizons et les possibilités de restauration avec l'aide de matières résiduelles en réalisant des projets pilotes avec les autres catégories de matériaux.

Ces projets pilotes pourront confirmer si d'autres matières que les CRD ont un potentiel intéressant dans la restauration de carrières et sablières. À cet effet, une association avec Aliapur, qui a déjà fait une étude d'impact sur l'utilisation de PHU dans la restauration du sol, pourrait aider l'étude de l'utilisation de PHU dans la restauration au Québec.

### **7.3 Concernant les MRF**

Les matières organiques sont présentes en très grande quantité dans les sacs à ordures allant à l'enfouissement. Cette réalité est bien existante pour une grande majorité de pays développés. Certains objectifs du Plan d'action 2011-2015 de la Politique québécoise de gestion des matières résiduelles peuvent être soutenus par l'utilisation de MRF ou de compost dans la restauration de la surface du sol. Les matières putrescibles sont grandement visées dans cette politique et leur utilisation dans la restauration de sites pourrait permettre de détourner de l'enfouissement une quantité non négligeable de ces matières. Il est recommandé d'utiliser les matières organiques provenant des résidus urbains afin de faire un compost riche destiné à la restauration de sites.

Dans le même ordre d'idée, les biosolides provenant des usines d'épuration des eaux usées ont un potentiel fertilisant important lorsqu'ils sont amendés au sol de surface. Cette utilisation est tout de même marginale puisque plusieurs craintes de contamination persistent dans la population. Une reconnaissance officielle de la sécurité et de la valeur nutritive des biosolides permettrait d'élargir leur utilisation (Laperrière, 2011). Il est donc recommandé que les biosolides provenant des usines d'épuration des eaux usées fassent l'objet d'une certification du Bureau des normes du Québec (BNQ). Cette certification officielle permettra de transformer les biosolides d'une matière résiduelle en produit fertilisant (*ib.*).

### **7.4 Concernant l'utilisation de critères régionaux**

Finalement, la grille d'analyse proposée pour évaluer les différents modèles retenus est globale pour le territoire québécois en entier. Toutefois, afin d'être en mesure de bien évaluer un projet de restauration incluant les matières résiduelles, une région d'accueil devra inclure d'autres critères. Les principaux critères à inclure pour l'analyse régionale sont :

- Le besoin de la région d'accueil;
- Le budget de la région d'accueil;

- La taille de la carrière ou sablière à restaurer;
- Le zonage municipal qui déterminera les aménagements possibles; et
- Les matières résiduelles utilisables à proximité.

Il est recommandé que les régions d'accueil des projets de restauration de carrières et sablières à l'aide de matières résiduelles intègrent cette liste de critères complémentaires à leur analyse. Cette liste de critères complémentaires permet une réflexion et une ouverture sur d'autres variables à considérer. La région d'accueil pourrait donc adapter les résultats présentés en fonction de ses caractéristiques et faire ainsi de meilleurs choix de développement durable.

## CONCLUSION

Le domaine des carrières et sablières, et celui de la gestion des matières résiduelles ont toujours été dissociés dans l'historique québécois. Les projets de restauration de carrières et sablières à l'aide de matières résiduelles sont plutôt rares et peu documentés. La réglementation québécoise est d'ailleurs vague à ce sujet. Cependant, il n'en reste pas moins que ce genre de projets existe et peut être viable au Québec. C'est à travers l'utilisation possible de matières résiduelles comme matières premières que s'intègre la vision de l'ÉI. En rassemblant toutes les informations différentes, il est possible de déterminer plusieurs modèles de restauration et d'aménagement applicables sur ces sites au Québec. L'essai a donc permis de répondre à l'objectif principal en identifiant et en analysant les modèles de restauration des carrières et sablières en fin de vis avec l'aide de matières résiduelles au Québec.

L'utilisation d'une grille d'analyse, inspirée de trois autres grilles déjà existantes, a permis une analyse globale des différents modèles en fonction des trois dimensions du DD. De cette analyse sont ressorties certaines tendances par rapport à la catégorie des matières résiduelles favorisées, à l'aménagement le plus intéressant à mettre en place et celui qui devrait être davantage repensé. L'utilisation des CRD devient une optique intéressante en sachant que ces matières sont déjà utilisées à cette fin, mais en petites quantités. Les matières provenant des CRD sont très diversifiées, permettant ainsi une marge de manœuvre intéressante avec les quantités utilisées. Un aménagement récréatif comportant des travaux mineurs est celui qui a obtenu le résultat le plus élevé en général, ce qui mérite de capter l'attention. L'aménagement agricole commercial semble, quant à lui, être l'aménagement le plus problématique et ce, peu importe la catégorie de matières résiduelles sélectionnées.

Il existe par contre certaines limites à cette analyse en raison du fait que le territoire québécois est vaste et diffère grandement d'une municipalité à l'autre. Même si l'analyse donne un aperçu intéressant, une région spécifique pourrait faire changer totalement les résultats obtenus en fonction de ses besoins propres, des ressources qu'elle a à sa disposition et de la taille du site à restaurer. Cette grille d'analyse peut donc devenir un outil intéressant d'aide à la décision des régions désirant faire un projet similaire à celui présenté dans cet essai. Il ne restera qu'à intégrer les critères plus précis des régions et d'analyser les résultats finaux de chaque modèle préalablement sélectionnés.

Malgré tout, certaines catégories ciblées dans l'analyse ne sont pas officiellement viables au Québec d'un point de vue réglementaire. C'est à cet effet que des études d'impacts et des tests



approfondis doivent être réalisés pour déterminer si le plastique numéro 6, les PHU et le verre ont véritablement un avenir dans la restauration de ces sites. Il faut réagir avant d'être arrivé face à une problématique et prendre l'initiative de changer le mode de fonctionnement.

En somme, la restauration des carrières et sablières à l'aide de matières résiduelles semble avoir un potentiel intéressant au niveau du territoire québécois et cette opportunité devrait être bien analysée pour rendre les projets viables. La restauration de ces sites dégradés permettra d'améliorer l'aspect visuel du territoire et de faire bénéficier les populations environnantes. Il ne restera qu'à approfondir les connaissances à ce sujet et de bien encadrer ces activités avec des règlements clairs.

## RÉFÉRENCES

- Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) (s.d.). Végétalisation des anciennes décharges et autres fonciers dégradés en Languedoc-Roussillon, Cahier technique. In ADEME. *Languedoc-Roussillon*, [En ligne]. [http://www.ademe.fr/languedoc-roussillon/docs/Cahier\\_Techn\\_V%C3%A9g%C3%A9talisation.pdf](http://www.ademe.fr/languedoc-roussillon/docs/Cahier_Techn_V%C3%A9g%C3%A9talisation.pdf) (Page consultée le 26 mars 2012).
- Aliapur (s.d.a). L'origine d'Aliapur : la situation française avant l'application de la réglementation. In Aliapur. *La société*, [En ligne]. <http://www.aliapur.fr/societe/l-origine-d-Aliapur> (Page consultée le 4 novembre 2011).
- Aliapur (s.d.b). Applications, Carrières. In Aliapur. *R & D Valorisation*, [En ligne]. <http://www.aliapur.fr/RD-valorisation/applications/carrieres> (Pages consultée le 4 novembre 2011).
- Aliapur (s.d.c). Exemples de techniques de génie civil. In Aliapur. *Valorisation*, [En ligne]. <http://www.aliapur.fr/modules/movie/scenes/home/index.php?fuseAction=print&rubric=valorisation&article=tp> (Page consultée le 12 août 2012).
- Beaudin-Quintin, S. (2011). *Diagnostic des synergies et symbioses industrielles existantes dans le parc de la MRC de Pierre-de Saurel*. Essai de maîtrise en environnement, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, 75 p.
- Bélanger, D. (2011). Discussion au sujet du fonctionnement de l'usine Kruger-Wayagamack. Communication orale. *Rencontre et visite de l'usine menée par Ann Lalancette, Audrey Leclerc, Samuel Loiselle-Prince et Julie Simard avec Denis Bélanger, ing. M.Sc.A., surintendant en environnement de Papiers de Publication Kruger Inc.*, Usines Wayagamack, Trois-Rivières et Brompton, 14 novembre 2011, Trois-Rivières.
- BF Recycle (2008). *BF Recycle, Gestion de matières*, [En ligne]. <http://www.bfreecycle.com/index.php> (Page consultée le 5 avril 2012).
- BL .Éco (s.d.). *Maison modèle LEED*, [En ligne]. <http://www.bl-ecoconstruction.com/nos-realizations/maison-modele-leed#materiaux-ressources> (Pages consultée le 5 avril 2012).
- BigToys (2010). Green Playground Solutions. In BigToys. *Environment*, [En ligne]. <http://www.bigtoys.com/environment.php> (Page consultée le 4 avril 2012).
- Biogénie (2011a). Biogénie : des solutions économiques et écologiques. In EnGlobe Corp. *Accueil*, [En ligne]. <http://www.biogenie-env.com/fr/index.php> (Page consultée le 10 octobre 2011).
- Biogénie (2011b). Procédés de traitement. In EnGlobe Corp. *Gestion des matières résiduelles*, [En ligne]. <http://www.biogenie-env.com/fr/gmr-traitements.php#revegetalisation> (Page consultée le 10 octobre 2011).
- Biogénie (2011c). Projets. In EnGlobe Corp. *Gestion des matières résiduelles*, [En ligne]. <http://www.biogenie-env.com/fr/gmr-projets.php?id=6> (Page consultée le 10 octobre 2011).
- Boivin, D. (1981). Analyse de la législation actuelle au Québec en matière de restauration et de réaménagement des mines et carrières abandonnées. *Cahier de géographe du Québec*, Vol. 25, no 65, p. 269-282.

- Boucher, C., Decelles, A-M. et Grimard, N. (2000). Proposition d'aménagement du lot P-1386, Parc de récréation de la Yamaska. Travail de session dans le cadre du cours GÉO-500 Camp de travail, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, 53 p.
- Bruneau, J-F. et Petitclerc, C. (1996). *Projet de restauration de la sablière Champagne, Concept d'aménagement multifonctionnel et multisaisonnier*. Travail de session dans le cadre du cours Aménagement de second cycle, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, 72 p.
- Caron, E. (2010). *Perspectives d'utilisation de l'écologie industrielle au CLD du Québec pour un développement durable*. Essai de maîtrise en environnement, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, 100 p.
- Cascades (2011). Plastique Cascades – Re-Plast. *In* Cascades. *Accueil*, [En ligne]. <http://www.cascadesreplast.com/> (Page consultée le 3 avril 2012).
- Centre d'expérimentation et de développement en forêt boréale (CEDFOB) (2007). *Guide d'évaluation et d'adaptation de l'utilisation des biosolides papetiers pour le contrôle des éricacées. Baie-Comeau*, Centre d'expérimentation et de développement en forêt boréale, 91 p.
- CETE Sud-Ouest (2009). Technique du pneu-sol et glissement de terrain dans les Pyrénées-Atlantiques. *In* Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie. *Domaine d'activité*, [En ligne]. <http://www.cete-sud-ouest.equipement.gouv.fr/technique-du-pneu-sol-et-a433.html> (Page consultée le 12 août 2012).
- Chaire en éco-conseil de l'UQAC (s.d.). Outils. *In* UQAC, *Éco-conseil chaire de recherche et d'intervention Université du Québec à Chicoutimi*, [En ligne]. <http://ecoconseil.uqac.ca/outils/> (Pages consultée le 12 août 2012).
- Commission de la Santé et de la Sécurité au Travail (CSST) (2000). Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail. *In* CSST. *Documents*, [En ligne]. <http://www.reptox.csst.qc.ca/Documents/SIMDUT/IntroFra/Htm/IntroFra.htm> (Pages consultée le 18 mars 2012).
- Conférence régionale des éluEs Bas-Saint-Laurent (2008). Grille d'analyse des projets avant leur mise en œuvre. *In* Réseau québécois des Villes et Villages en santé, *Outils* [En ligne]. <http://www.rqvvs.qc.ca/documents/file/grille-analyse-projets.pdf> (Pages consultée le 11 août 2012).
- Côté, V. et Vendette, N. (2008). L'écologie industrielle en 42 mots. *In* Centre de transfert technologique en écologie industrielle. *Centre de transfert technologique en écologie industrielle*, [En ligne]. <http://www.ctei.qc.ca/documents/EIen42mots.pdf> (Page consultée le 4 octobre 2011).
- Dussault, A-M. (2008). *Tout le monde en parlait*, Montréal, Radio-Canada, 26 août 2008, émission de télévision (30 minutes).
- Earth 1st (2010). *Vaneland Quarry Transforming to Edgerock Vineyard*. *In* Earth 1st. *Our successes*, [En ligne]. [http://earth1st.ca/our\\_successes.htm](http://earth1st.ca/our_successes.htm) (Page consultée le 29 février 2012).
- Environnement Canada (2009). Écosystèmes et habitats aquatiques. *In* Environnement Canada. *Écosystèmes et habitats*, [En ligne]. <http://www.ec.gc.ca/default.asp?lang=Fr&n=E7F27BBB-1> (Page consultée le 6 avril 2012).

- Golder Associates (2012a). *Then and now : find the best people, build the best teams*. In Golder Associates. *About, The start*, [En ligne]. [http://www.golder.com/sa/en/modules.php?name=Pages&sp\\_id=873](http://www.golder.com/sa/en/modules.php?name=Pages&sp_id=873) (Page consultée le 27 février 2012).
- Golder Associates (2012b). *Today, our services span a range of technical disciplines around ground engineering and environmental services*. In Golder Associates. *About, At your service*, [En ligne]. [http://www.golder.com/sa/en/modules.php?name=Pages&sp\\_id=872](http://www.golder.com/sa/en/modules.php?name=Pages&sp_id=872) (Page consultée le 27 février 2012).
- Golder Associates (2012c). *Urban communities (#77)*. In Golder Associates. *Newsletters, Technically speaking*, [En ligne]. [http://www.golder.com/sa/en/modules.php?name=Newsletters&op=viewarticle&sp\\_id=142&page\\_id=1100&article\\_id=310](http://www.golder.com/sa/en/modules.php?name=Newsletters&op=viewarticle&sp_id=142&page_id=1100&article_id=310) (Page consultée le 27 février 2012).
- GrandQuébec.com (s.d.). *Complexe environnemental Saint-Michel*. In GrandQuébec.com, *Complexe Saint-Michel*, [En ligne]. <http://grandquebec.com/vie-communautaire/complexe-environnemental-st-michel/> (Page consultée le 12 août 2012).
- Groleau, G (2012). La réhabilitation de carrières et sablières avec des matières résiduelles. Communication orale. *Appel téléphonique avec un analyste du MDDEP*, 8 février, Longueuil.
- Groupe d'intérêt scientifique évaluation environnementale déchets, matériaux et sols pollués (EEDEMS) (2007). Synthèse des travaux relatifs à l'évaluation environnementale de la valorisation géotechnique de PUNR entiers dans le cadre de réaménagement de carrières. In Aliapur. *R & D Valorisation, Conférences et Publications*, [En ligne]. [http://www.aliapur.fr/media/files/RetD\\_new/Carriere\\_Synthese\\_EEDEMS\\_ANTEA\\_copy.pdf](http://www.aliapur.fr/media/files/RetD_new/Carriere_Synthese_EEDEMS_ANTEA_copy.pdf) (Page consultée le 4 novembre 2011).
- Guay, F. (2012) Communication personnelle, *Coordonnatrice du secteur industriel, MDDEP Montérégie*, août 2012, Montérégie.
- Hébert, A. (2012). L'évolution du site de la carrière Miron. Communication orale. *Appel téléphonique avec un ancien ingénieur de la ville de Montréal qui travaillait sur le projet du complexe Saint-Michel*, 13 février, Longueuil.
- Hutchinson, M. (2007). *Vos déchets et vous*, Édition MultiMondes, Montréal, 212 p.
- Hutchinson, M. (2012). Cours 5 – Bilan 2008 de la gestion des matières résiduelles. Communication orale. *Cours universitaires de Gestion des matières résiduelles, ENV-716*. 7 février, Université de Sherbrooke, Campus Longueuil.
- Impact soccer (2009). Attak FC Trois-Rivières, saison 2009. In Impact soccer. *Soccer*, [En ligne]. <http://www.impactsoccer.com/forums/viewtopic.php?f=7&t=8163&start=100> (Pages consultées le 27 mars 2012).
- Jardin communautaire St-Félicien (s.d.). *Jardins*, [En ligne]. <http://www.jardincommunautairestfelicien.org/jardins.html> (Page consultée le 7 avril 2012).

- La maison d'Alza (2010). L'Association végétale, un révélateur. *In* La maison d'alza. *Sociabilité*, [En ligne]. <http://lamaisondalzaz.wordpress.com/tag/sociabilite/> (Page consultée le 26 mars 2012).
- Laperrière, J. (2011). Cours sur la Prévention et le traitement de la pollution, Communication orale et diapositives données par Jean Laperrière. *Notes de cours par Audrey Leclerc*, Université de Sherbrooke, Longueuil.
- Legast, N. (2004). *L'élimination et la valorisation des matières résiduelles : comparaison de l'enfouissement et de l'incinération*. Essai de maîtrise en environnement, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, 59 p.
- Loi sur le développement durable*, L.R.Q., c. D-8.1.1.
- Loi sur la qualité de l'environnement*, L.R.Q., c. Q-2.
- Longpré, L. (15 février 2012). *RE : Questions pour essai de maîtrise*, Courrier électronique à Audrey Leclerc, adresse du destinataire : [audrey.leclerc2@usherbrooke.ca](mailto:audrey.leclerc2@usherbrooke.ca)
- Lupien, C. (2006). *Projet pilote de valorisation du verre résupéré dans la construction de chaussées*. Rapport présenté à Recyc-Québec, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, 23 p.
- MacKnight, S. (2005). *Rehabilitation of former shale quarries in Nova-Scotia*. *In* OCL Group. *Index of docs*. [En ligne]. <http://www.oclgrou.com/docs/HealingOpenSoreWinSp05.pdf> (Page consultée le 28 février 2012).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2002a). Guide relatif à la construction sur un lieu d'élimination désaffecté. *In* MDDEP. *Guide relatif à la construction sur un lieu d'élimination désaffecté*, [En ligne]. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/construction/> (Page consultée le 25 novembre 2011).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2002b). Les principes du développement durable : un guide pour l'action. *In* Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. *Développement durable*, [En ligne]. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/developpement/principe.htm> (Page consultée le 16 janvier 2012).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), (2002c). Loi et règlements liés à la gestion des matières résiduelles. *In* MDDEP. *Matières résiduelles*, [En ligne]. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/loi-reg/index.htm> (Page consultée le 4 mars 2012).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), (2002d). Formulaire, guides, directives sectorielles et autres documents. *In* MDDEP. *Évaluation environnementale*, [En ligne]. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/evaluations/publicat.htm#guide> (Page consultée le 5 mars 2012).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), (2002e). Guide de réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement. *In* MDDEP. *Évaluation environnementale*, [En ligne]. [http://www.mddep.gouv.qc.ca/evaluations/guide\\_realisation/index.htm](http://www.mddep.gouv.qc.ca/evaluations/guide_realisation/index.htm) (Page consultée le 5 mars 2012).

- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2002f). Gestion des matières dangereuses résiduelles. *In* MDDEP. *Matière résiduelles*, [En ligne]. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/dangereux/rapport/exemple.htm> (Page consultée le 19 mars 2012).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2002g). La qualité de l'eau et les usages récréatifs. *In* MDDEP. *Eau*, [En ligne]. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/recreative/qualite.htm> (Page consultée le 6 avril 2012).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2003). Problèmes d'interprétation et d'application du Règlement sur les carrières et sablières. *In* MDDEP. *Notes d'instructions*, [En ligne]. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/publications/note-instructions/03-05.htm> (Page consultée le 25 novembre 2011).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), (2005). Guide relatif à la construction sur un lieu d'élimination désaffecté. *In* MDDEP. *Matières résiduelles*, [En ligne]. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/construction/guide-construction-desaffecte.pdf> (Page consultée le 5 mars 2012).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2009). Lignes directrices relatives à la gestion de béton, de brique et d'asphalte issus des travaux de construction et de démolition et des résidus du secteur de la pierre de taille. Québec, Direction des politiques en milieu terrestre, 60 p.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), (2010). Directive pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet de lieu d'enfouissement technique. *In* MDDEP. *Direction des évaluations environnementales*, [En ligne]. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/evaluations/documents/LET.pdf> (Page consultée le 4 mars 2012).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), (2011). Politique québécoise de gestion des matières résiduelle, Plan d'action 2011-2015. *In* MDDEP. *Matières résiduelles*, [En ligne]. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/pgmr/presentation.pdf> (Page consultée le 5 mars 2012).
- Ministère de l'Environnement du Québec (1984). *Annexe B, La réhabilitation des carrières et sablières, un coup de main à l'environnement*. Québec, Direction des communications, 37 p.
- Ministère de l'Environnement du Québec (2012). *Guide sur le recyclage des matières résiduelles fertilisantes, critères de référence et normes réglementaires*. Québec, Direction des matières résiduelles et des lieux contaminés, 160 p.
- Ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) (2012). Développement durable. *In* Ministère de la Santé et des Services sociaux. *Santé environnementale*, [En ligne]. [http://www.msss.gouv.qc.ca/sujets/santepub/environnement/index.php?developpement\\_durable](http://www.msss.gouv.qc.ca/sujets/santepub/environnement/index.php?developpement_durable) (Page consultée le 15 janvier 2012).
- Officie de la coordination environnementale et de l'énergie du canton de Berne (OCEE) (2008). La boussole bernoise du développement durable. *In* Canton de Berne, *La Boussole bernois du développement durable*, [En ligne]. [http://www.bve.be.ch/bve/fr/index/direktion/ueber-die-direktion/dossiers/nachhaltige\\_entwicklungne/nachhaltigkeitsbeurteilung/ne\\_berner\\_kompa](http://www.bve.be.ch/bve/fr/index/direktion/ueber-die-direktion/dossiers/nachhaltige_entwicklungne/nachhaltigkeitsbeurteilung/ne_berner_kompa)

ss.assetref/content/dam/documents/BVE/AUE/fr/aue\_ne\_nhb\_excel\_ne\_kompass\_leitfaden\_f.PDF (Page consultée le 11 août 2012).

OCL Group (s.d.) *Rehabilitation of antrim shale quarry Halifax regional municipality, NS*. In OCL Group. Docs, [En ligne]. <http://www.oclgrou.com/docs/esd/ESD-Antrim.pdf> (Page consultée le 28 février 2012).

Olivier, M.J. (2010). Chapitre 1, Le concept de déchet. In Olivier M.J., *Matières résiduelles et 3RV-E* (p. 49-60). Lévis, Les productions Jacques Bernier.

Olivier, M.J. (2010a). *Matières résiduelles et 3RV-E*. Lévis, Les productions Jacques Bernier, 308 p.

Olivier, M.J. (2010b). Chapitre 6, La classification des matières résiduelles. In Olivier M.J., *Matières résiduelles et 3RV-E* (p. 77-90). Lévis, Les productions Jacques Bernier.

Olivier, M.J. (2010c). Chapitre 13, Les résidus de verre. In Olivier M.J., *Matières résiduelles et 3RV-E* (p. 179-186). Lévis, Les productions Jacques Bernier.

Olivier, M.J. (2010d). Chapitre 16, Les résidus de construction, de rénovation et de démolition. In Olivier M.J., *Matières résiduelles et 3RV-E* (p. 203-212). Lévis, Les productions Jacques Bernier.

Olivier, M.J (2 septembre 2012). *RE : Version finale de l'essai*. Courriel électronique à Audrey Leclerc, adresse du destinataire : [audrey.leclerc2@usherbrooke.ca](mailto:audrey.leclerc2@usherbrooke.ca)

Orée (2009). Mettre en œuvre une démarche d'écologie industrielle sur un parc d'activités. In Orée, Entreprises, territoires et environnement. *Guide Écologie industrielle*, [En ligne]. <http://www.oree.org/publications/guide-ecologie-industrielle.html> (Page consultée le 4 octobre 2011).

Québec Aubaines Recycle (2010). *Vente et location de matériaux recyclés*, [En ligne]. <http://www.quebecaubaines.com/> (Page consultée le 5 avril 2012).

Recyc-Québec (2009). Les pneus hors d'usage. In Recyc-Québec. *Fiches informatives*, [En ligne]. <http://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/Upload/Publications/Fiche-pneus.pdf> (Page consultée le 19 mars 2012).

Recyc-Québec (2009a). Les résidus de construction, rénovation et de démolition. In Recyc-Québec. *Fiches informatives*, [En ligne]. <http://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/Upload/Publications/Fiche-crd.pdf> (Page consultée le 19 mars 2012).

Recyc-Québec (2010). Le verre. In Recyc-Québec. *Fiches informatives*, [En ligne]. <http://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/Upload/Publications/Fiche-verre.pdf> (Page consultée le 19 mars 2012).

Recyc-Québec (2010a). Le plastique. In Recyc-Québec. *Fiches informatives*, [En ligne]. <http://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/Upload/Publications/Fiche-plastiques.pdf> (Page consultée le 19 mars 2012).

Recyc-Québec (2010b). Les matières organiques. In Recyc-Québec. *Fiches informatives*, [En ligne]. <http://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/Upload/Publications/Fiche-compost.pdf> (Page consultée le 19 mars 2012).

*Règlement sur les carrières et sablières*, R.R.Q., c Q-2, r 2.

- Règlement sur l'enfouissement et l'incinération des matières résiduelles*, D. 451-2005, 2005 G.O. 2, 1880.
- Règlement sur l'entreposage des pneus hors d'usage*, c. Q-2, r. 20.
- Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement*, R.Q. c. Q-2, r.9.
- Règlement sur les matières dangereuses*, q-2 r.15.2.
- Renaud, A. (2000). *Aménagement et revégétalisation des carrières, le cas de la carrière 5 de Graymont, à Marbleton*. Essais de maîtrise en environnement, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, 40 p.
- République algérienne (2011). Recherches appliquées. In Ministère des travaux publics. *Domaines d'activités*, [En ligne]. <http://www.mtp.gov.dz/fr/domaines-d-activite/3080-recherche-appliquee.html> (Pages consultée le 27 février 2012).
- Saga cité (2011). *Jardin communautaire Mtl*, [En ligne]. <http://www.sagacite.org/2011/09/concilier-agriculture-et-urbanite/jardin-communautaire-mtl/> (Page consultée le 7 avril 2012).
- S.E. Yundt (2011). *The highland companies proposed melancthon quarry rehabilitation report*. In *Highland companies. News*, [En ligne]. [http://highlandcompanies.ca/images/uploads/pdf/application/13\\_Rehabilitation\\_Report.pdf](http://highlandcompanies.ca/images/uploads/pdf/application/13_Rehabilitation_Report.pdf) (Page consultée le 28 février 2012).
- Société canadienne d'hypothèque et de logement (SCHL) (2012). La valeur de votre habitation. In SCHL. *Planifier et gérer son prêt hypothécaire*, [En ligne]. [http://www.schl.ca/fr/co/aclo/plgeprhy/plgeprhy\\_003.cfm](http://www.schl.ca/fr/co/aclo/plgeprhy/plgeprhy_003.cfm) (Page consultée le 5 avril 2012).
- St-Pierre-sur-Dives (2012). Actualité. In St-Pierre-sur-Dives. *Service des Surplus Ménagers*, [En ligne]. <http://www.cdcdes3rivieres14.fr/pageLibre00010467.asp> (Page consultée le 9 avril 2012).
- Synthetic Gols Design* (2010). Produits de pelouse synthétique pour le golf. In *Synthetic Golf Design*. Accueil, [En ligne]. <http://www.sgolfdesign.com/> (Page consultée le 4 avril 2012).
- Titan (2012a). *Group profil*. In *Titan. Titan Group*, [En ligne]. <http://www.titan.gr/en/titan-group/group-profile/> (Page consultée le 27 février 2012).
- Titan (2012b). *Rehabilitation and biodiversity*. In *Titan. Sustainable Development*, [En ligne]. <http://www.titan.gr/en/corporate-social-responsibility/sustainable-development/rehabilitation-and-biodiversity/> (Page consultée le 27 février 2012).
- Titan (2012c). *CSR in Action*. In *Titan. Corporate Social Responsibility*, [En ligne]. <http://www.titan.gr/en/corporate-social-responsibility/csr-in-action/?entryID=12&pageNo=1> (Page consultée le 27 février 2012).
- TOHU (2012). Complexe environnemental de St-Michel. In TOHU. *TOHU*, [En ligne]. <http://www.tohu.ca/fr/CESM/> (Page consultée le 12 août 2012).
- Transport Canada (2012). Partie 2. In Gouvernement du Canada. *Règlement sur le TMD*, [En ligne]. <http://www.tc.gc.ca/fra/tmd/clair-partie2-339.htm#art23> (Page consultée le 18 mars 2012).



- Ville de Montréal (s.d.). Le Complexe environnemental de Saint-Michel. *In* Ville de Montréal. *Espace Montréal*, [En ligne].  
[http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?\\_pageid=6617,58413584&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=6617,58413584&_dad=portal&_schema=PORTAL) (Page consultée le 1er mars 2012).
- Ville de Montréal (2012). Complexe environnemental de Saint-Michel (CESM) : espaces verts. *In* Ville de Montréal. *Déchets et recyclage (récupération)*, [En ligne].  
<http://www1.ville.montreal.qc.ca/banque311/content/complexe-environnemental-de-saint-michel-cesm-espaces-verts#top> (Pages consultée le 12 août 2012).